

日 本 国 特 許 庁
JAPAN PATENT OFFICE

別紙添付の書類に記載されている事項は下記の出願書類に記載されている事項と同一であることを証明する。

This is to certify that the annexed is a true copy of the following application as filed with this Office.

出 願 年 月 日
Date of Application: 2 0 0 3 年 4 月 1 5 日

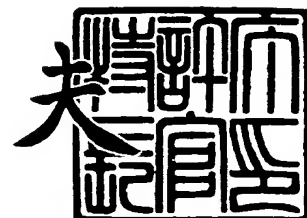
出 願 番 号
Application Number: 特 願 2 0 0 3 - 1 1 0 4 4 8
[ST. 10/C]: [J P 2 0 0 3 - 1 1 0 4 4 8]

出 願 人
Applicant(s): セイコーエプソン株式会社

2 0 0 4 年 2 月 2 0 日

特許庁長官
Commissioner,
Japan Patent Office

今 井 康 夫



出証番号 出証特 2 0 0 4 - 3 0 1 2 1 1 7

【書類名】 特許願

【整理番号】 15P146

【あて先】 特許庁長官 殿

【国際特許分類】 G03B 21/62
G02B 3/00

【発明者】

【住所又は居所】 長野県諏訪市大和 3 丁目 3 番 5 号 セイコーエプソン株式会社内

【氏名】 山下 秀人

【発明者】

【住所又は居所】 長野県諏訪市大和 3 丁目 3 番 5 号 セイコーエプソン株式会社内

【氏名】 坂口 昌史

【発明者】

【住所又は居所】 長野県諏訪市大和 3 丁目 3 番 5 号 セイコーエプソン株式会社内

【氏名】 清水 信雄

【特許出願人】

【識別番号】 000002369

【氏名又は名称】 セイコーエプソン株式会社

【代理人】

【識別番号】 100091292

【弁理士】

【氏名又は名称】 増田 達哉

【連絡先】 3 5 9 5 - 3 2 5 1

【選任した代理人】**【識別番号】** 100091627**【弁理士】****【氏名又は名称】** 朝比 一夫**【連絡先】** 3 5 9 5 - 3 2 5 1**【手数料の表示】****【予納台帳番号】** 007593**【納付金額】** 21,000円**【提出物件の目録】****【物件名】** 明細書 1**【物件名】** 図面 1**【物件名】** 要約書 1**【包括委任状番号】** 0015134**【プルーフの要否】** 要

【書類名】 明細書

【発明の名称】 凹部付き基板、マイクロレンズ基板、透過型スクリーンおよびリア型プロジェクタ

【特許請求の範囲】

【請求項 1】 基板上に、エッチングにより形成された複数の凹部を有する凹部付き基板であって、

前記複数の凹部がランダムに配されていることを特徴とする凹部付き基板。

【請求項 2】 前記基板は、ソーダガラスで構成されたものである請求項 1 に記載の凹部付き基板。

【請求項 3】 凹部付き基板を平面視したときに、前記凹部が形成されている有効領域において、前記凹部が占める面積の割合が 90% 以上である請求項 1 または 2 に記載の凹部付き基板。

【請求項 4】 前記凹部は、マイクロレンズ用凹部である請求項 1 ないし 3 のいずれかに記載の凹部付き基板

【請求項 5】 請求項 4 に記載の凹部付き基板を用いて製造され、光学的にランダムに配された複数のマイクロレンズを有することを特徴とするマイクロレンズ基板。

【請求項 6】 請求項 5 に記載のマイクロレンズ基板を備えたことを特徴とする透過型スクリーン。

【請求項 7】 光の出射面側表面にフレネルレンズが形成されたフレネルレンズ部と、

前記フレネルレンズ部の出射面側に配置された請求項 5 に記載のマイクロレンズ基板とを備えたことを特徴とする透過型スクリーン。

【請求項 8】 前記マイクロレンズの直径は 10 ～ 500 μm である請求項 6 または 7 に記載の透過型スクリーン。

【請求項 9】 請求項 6 ないし 8 のいずれかに記載の透過型スクリーンを備えたことを特徴とするリア型プロジェクタ。

【請求項 10】 投写光学ユニットと、導光ミラーと、請求項 6 ないし 8 のいずれかに記載の透過型スクリーンとを備えたことを特徴とするリア型プロジェ

クタ。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】

本発明は、凹部付き基板、マイクロレンズ基板、透過型スクリーンおよびリア型プロジェクタに関するものである。

【0002】

【従来の技術】

近年、リア型プロジェクタは、ホームシアター用モニター、大画面テレビ等に好適なディスプレイとして、需要が高まりつつある。

リア型プロジェクタに用いられる透過型スクリーンには、レンチキュラレンズが一般的に用いられている。この型は、左右の視野角が大きいと上下の視野角が小さい（視野角に偏りがある）という問題があった。

【0003】

このような問題を解決するものとして、レンチキュラレンズに代えてマイクロレンズアレイシート（マイクロレンズ基板）を用いた透過型スクリーン（背面投射型映像表示装置のスクリーン）がある（例えば、特許文献1参照）。しかしながら、このような、周期的なパターンを有するマイクロレンズアレイを備えた、従来の透過型スクリーンでは、マイクロレンズを通過した光が干渉しあい、レンチキュラレンズを用いた場合に比べて、特にモアレを発生し易いという問題があった。

【0004】

【特許文献1】

特開 2000-131506 号公報（特許請求の範囲、第3頁左欄第21～33行目）

【0005】

【発明が解決しようとする課題】

本発明の目的は、光の干渉によるモアレの発生を効果的に抑制することができるマイクロレンズ基板、透過型スクリーン、リア型プロジェクタを提供すること

、また、前記マイクロレンズ基板の製造に好適に用いることが可能な凹部付き基板を提供することにある。

【0006】

【課題を解決するための手段】

このような目的は、下記の本発明により達成される。

本発明の凹部付き基板は、基板上に、エッチングにより形成された複数の凹部を有する凹部付き基板であって、

前記複数の凹部がランダムに配されていることを特徴とする。

これにより、光の干渉によるモアレの発生を効果的に抑制することができるマイクロレンズ基板の製造に好適に用いることが可能な凹部付き基板を提供することができる。

【0007】

本発明の凹部付き基板では、前記基板は、ソーダガラスで構成されたものであることが好ましい。

これにより、基板の加工のし易さ（加工性）が向上し、凹部付き基板の生産性を特に優れたものにすることができる。

本発明の凹部付き基板では、凹部付き基板を平面視したときに、前記凹部が形成されている有効領域において、前記凹部が占める面積の割合が90%以上であることが好ましい。

これにより、マイクロレンズを透過しない光による弊害を、効果的に抑制したマイクロレンズ基板の製造に、好適に用いることが可能な凹部付き基板を提供することができる。

本発明の凹部付き基板では、前記凹部は、マイクロレンズ用凹部であることが好ましい。

これにより、マイクロレンズ基板の製造に好適に用いることができる。

【0008】

本発明のマイクロレンズ基板は、本発明の凹部付き基板を用いて製造され、光学的にランダムに配された複数のマイクロレンズを有することを特徴とする。

これにより、光の干渉によるモアレの発生を効果的に抑制することができるマ

マイクロレンズ基板を提供することができる。

本発明透過型スクリーンは、本発明のマイクロレンズ基板を備えたことを特徴とする。

これにより、モアレの発生が効果的に抑制された透過型スクリーンを提供することができる。

本発明の透過型スクリーンは、光の出射面側表面にフレネルレンズが形成されたフレネルレンズ部と、

前記フレネルレンズ部の出射面側に配置された本発明のマイクロレンズ基板とを備えたことを特徴とする。

これにより、適視範囲をスクリーン近傍にすることができる。

本発明の透過型スクリーンでは、前記マイクロレンズの直径は $10 \sim 500 \mu\text{m}$ であることが好ましい。

これにより、スクリーンに投影される画像において十分な解像度を保持しつつ、透過型スクリーンの生産性をさらに高めることができる。

【0009】

本発明のリア型プロジェクタは、本発明の透過型スクリーンを備えたことを特徴とする。

これにより、モアレの発生が効果的に抑制されたリア型プロジェクタを提供することができる。

本発明のリア型プロジェクタは、投写光学ユニットと、導光ミラーと、本発明の透過型スクリーンとを備えたことを特徴とする。

これにより、モアレの発生がより効果的に抑制されたリア型プロジェクタを提供することができる。

【0010】

【発明の実施の形態】

以下、本発明を添付図面に示す好適実施形態に基づいて詳細に説明する。

本発明の凹部付き基板（マイクロレンズ用凹部付き基板）およびマイクロレンズ基板は、それぞれ、個別基板とウエハーの双方を含むものとする。

なお、以下の説明では、代表的に、本発明の凹部付き基板をマイクロレンズ用

凹部付き基板に適用した場合を説明する。

【0011】

図1は、本発明のマイクロレンズ用凹部付き基板を示す模式的な縦断面図、図2は、本発明のマイクロレンズ基板を示す模式的な縦断面図、図3は、本発明のマイクロレンズ用凹部付き基板を示す模式的な平面図である。

図1に示すように、マイクロレンズ用凹部付き基板2は、ランダムに配された複数個の凹部（マイクロレンズ用凹部）3を有している。

そして、このようなマイクロレンズ用凹部付き基板2を用いることにより、図2（および後述する図12）に示すような、マイクロレンズ8が光学的にランダムに配されたマイクロレンズ基板1を得ることができる。

本明細書中において「光学的にランダム」とは、光学的干渉の発生が十分に防止・抑制される程度に、マイクロレンズの配置が不規則で、乱れていることを意味する。

【0012】

マイクロレンズ基板1は、図2に示すように、マイクロレンズ用凹部付き基板2の凹部3に対応するマイクロレンズ8が形成された樹脂層14を有している。樹脂層14は、主として樹脂材料で構成され、所定の屈折率を有する透明な材料で構成されている。

まず、本発明のマイクロレンズ用凹部付き基板およびマイクロレンズ用凹部付き基板の製造方法について、図4～図9を参照しながら説明する。なお、実際には基板上に多数のマイクロレンズ用凹部を形成するが、ここでは、説明をわかりやすくするために、その一部分を図示して説明する。

【0013】

まず、マイクロレンズ用凹部付き基板2を製造するに際し、基板5を用意する。

この基板5は、厚さが均一で、たわみや傷のないものが好適に用いられる。また、基板5は、洗浄等により、その表面が清浄化されているものが好ましい。

基板5の材料としてはソーダガラス、結晶性ガラス、石英ガラス、鉛ガラス、カリウムガラス、ホウケイ酸ガラス等が挙げられるが、中でも、ソーダガラス、

結晶性ガラス（例えば、ネオセラム等）が好ましい。ソーダガラス、結晶性ガラスは、加工が容易であるとともに、比較的安価であり、製造コストの面からも有利である。

【0014】

<1>図4（a）に示すように、用意した基板5の表面に、マスク6を形成する（マスク形成工程）。また、これとともに、基板5の裏面（マスク6を形成する面と反対側の面）に裏面保護膜69を形成する。もちろん、マスク6および裏面保護膜69は同時に形成することもできる。

マスク6は、後述する工程<2>において（物理的方法またはレーザ光の照射）により初期孔61を形成することができるとともに、後述する工程<3>におけるエッチングに対する耐性を有するものが好ましい。換言すれば、マスク6は、エッチングレートが、基板5と略等しいか、または、基板5に比べて小さくなるように構成されるのが好ましい。

かかる観点からは、このマスク6を構成する材料としては、例えばCr、Au、Ni、Ti、Pt等の金属やこれらから選択される2種以上を含む合金、前記金属の酸化物（金属酸化物）、シリコン、樹脂等が挙げられる。また、マスク6を、Cr/Auのように異なる材料からなる複数の層の積層構造としてもよい。

【0015】

マスク6の形成方法は特に限定されないが、マスク6をCr、Au等の金属材料（合金を含む）や金属酸化物（例えば酸化Cr）から構成する場合、マスク6は、例えば、蒸着法やスパッタリング法等により、好適に形成することができる。また、マスク6をシリコンから構成する場合、マスク6は、例えば、スパッタリング法やCVD法等により、好適に形成することができる。

【0016】

マスク6が主として酸化CrまたはCrで構成されるものである場合、後述する初期孔形成工程において初期孔61を容易に形成することができるとともに、後述するエッチング工程においては基板5をより確実に保護することができる。また、マスク6が主として酸化CrまたはCrで構成されたものであると、例えば、後述するエッチング工程において、エッチング液としてフッ化アンモンを用

いることができる。フッ化アンモンは毒劇物ではないため、作業中の人体や環境への影響をより確実に防止することができる。

マスク 6 が主として Au で構成されるものである場合、マスク 6 の膜厚を比較的大きいものとするにより、例えば、後述する工程<2>でブラスト処理を行う際に、投射材（ショット球）611 の衝突の際の衝撃を緩和し、形成される初期孔 61 の形状を、よりバランスに優れたものとすることができる。

【0017】

マスク 6 の厚さは、マスク 6 を構成する材料によっても異なるが、0.05～2.0 μm 程度が好ましく、0.1～0.5 μm 程度がより好ましい。厚さが前記下限値未満であると、マスク 6 の構成材料等によっては、後述する工程<2>でショットブラストを施す際に、ショットの衝撃を十分に緩和するのが困難となり、形成される初期孔 61 の形状が歪んでしまう可能性がある。また、後述する工程<1>でウェットエッチングを施す際に、基板 5 のマスクした部分を十分に保護できない可能性がある。一方、上限値を超えると、後述する工程<3>において、（物理的方法またはレーザ光の照射により）初期孔 61 を形成するのが困難になるほか、マスク 6 の構成材料等によっては、マスク 6 の内部応力によりマスク 6 が剥がれ易くなる場合がある。

【0018】

なお、裏面保護膜 69 は、次工程以降で基板 5 の裏面を保護するためのものである。この裏面保護膜 69 により、基板 5 の裏面の侵食、劣化等が好適に防止される。この裏面保護膜 69 は、例えば、マスク 6 と同様の材料で構成されている。このため、裏面保護膜 69 は、マスク 6 の形成と同時に、マスク 6 と同様に設けることができる。

【0019】

<2>次に、図 4（b）および図 5（c）に示すように、マスク 6 に、後述するエッチングの際のマスク開口となる、複数の初期孔 61 をランダムに形成する（初期孔形成工程）。

初期孔 61 は、いかなる方法で形成されるものであってもよいが、物理的方法またはレーザ光の照射により形成されるのが好ましい。これにより、マイクロレ

レンズ用凹部付き基板を生産性良く製造することができる。特に、大面積のマイクロレンズ用凹部付き基板にも簡単に凹部を形成することができる。

【0020】

初期孔 61 を形成する物理的方法としては、例えば、ショットブラスト、サンドブラスト等のブラスト処理、エッチング、プレス、ドットプリンタ、タッピング、ラビング等の方法が挙げられる。ブラスト処理により初期孔 61 を形成する場合、比較的大きい面積（マイクロレンズ 8 を形成すべき領域の面積）の基板 5 でも、より短時間で効率良く、初期孔 61 を形成することができる。

【0021】

また、レーザ光の照射により初期孔 61 を形成する場合、使用するレーザ光の種類は、特に限定されないが、ルビーレーザ、半導体レーザ、YAGレーザ、フェムト秒レーザ、ガラスレーザ、YVO₄レーザ、Ne-Heレーザ、Arレーザ、CO₂レーザ等が挙げられる。レーザ光の照射により初期孔 61 を形成する場合、形成される初期孔 61 の大きさや、隣接する初期孔 61 同士の間隔等を容易かつ精確に制御することができる。

【0022】

ここでは、物理的方法としてショットブラストを用いて、マスク 6 に初期孔 61 を形成する場合を例に挙げて説明する。

ショットブラストでは、図 4 (b) に示すように、基板 5 のマスク 6 が形成された面に対向する側に、当該面に対して垂直に配したノズル 610 から、マスク 6 の表面に向けて投射材 611 を噴射させることにより、マスク 6 に初期孔 61 を形成する。図中矢印 A1, A2 に示すようにノズル 610 を移動させて、マスク 6 の全面に亘ってショットブラストを行い、初期孔 61 をマスク 6 の全面に亘って形成する。

【0023】

投射材 611 としては、スチールグリット、褐色アルミナ、ホワイトアルミナ、ガラスビーズ、ステンレスビーズ、ガーネット、珪砂、プラスチック、カットワイヤー、スラグ等が挙げられる。この中でも特に、ガラスビーズが好ましい。これによりマスク 6 に初期孔 61 を好適に形成することができる。

このような投射材 611 の平均径（直径）は、 $20 \sim 200 \mu\text{m}$ であるのが好ましく、 $50 \sim 100 \mu\text{m}$ であるのがより好ましい。投射材 611 の平均径が前記下限値未満であると、初期孔を効率良く形成するのが困難となったり、また、投射材同士が吸着して前記上限値以上のかたまりが形成される場合がある。一方、投射材 611 の平均径が前記上限値を超えると、形成される初期孔 61 が大きくなったり、初期孔同士がつながって大きくなったり、異形状の初期孔が形成されやすくなる。

【0024】

投射材 611 の噴射圧は、 $1 \sim 10 \text{ kg/cm}^2$ であるのが好ましく、 $3 \sim 5 \text{ kg/cm}^2$ であるのがより好ましい。投射材 611 の噴射圧が前記下限値未満であると、ショットの衝撃が弱くなり、マスク 6 に確実に初期孔 61 を形成するのが困難になる場合がある。一方、投射材 611 の噴射圧が前記上限値を超えると、ショットの衝撃が強すぎて、投射材 611 が潰れたり、衝撃により初期孔 61 の形状が歪んでしまったりする可能性がある。

【0025】

また、投射材 611 の噴射密度は、 $10 \sim 100 \text{ kg/m}^2$ であるのが好ましく、 $30 \sim 50 \text{ kg/m}^2$ であるのがより好ましい。投射材 611 の噴射密度が前記下限値未満であると、ショット数が少なくなり、マスク 6 の全面に亘って偏りなく初期孔 61 を形成するのに時間がかかる。一方、投射材 611 の噴射密度が前記上限値を超えると、初期孔 61 が重なって形成され、初期孔同士がつながって大きな孔となってしまうたり、異形状の初期孔が形成されやすくなる。

【0026】

このようにショットブラストを行い、図 5（c）に示すようにマスク 6 に初期孔 61 を形成する。

形成された初期孔 61 は、マスク 6 の全面に亘って偏りなく形成されているのが好ましい。また、形成された初期孔 61 は、後述する工程<3>でウェットエッチングを施した際に、基板 5 の表面の平らな面がなくなり、ほぼ隙間なく凹部 3 が形成される程度に、小さい孔がある程度の間隔で配されているのが好ましい。例えば、そのために、ショットブラストの時間を長時間としてもよいし、ショ

ットブラストの工程を複数回繰り返してもよい。

【0027】

具体的には、例えば、形成された初期孔61の平面視での形状は、略円形であり、その平均径（直径）は、 $2 \sim 10 \mu\text{m}$ であるのが好ましい。また、初期孔61は、マスク6上に $1,000 \sim 1,000,000$ 個/ cm^2 の割合で形成されているのが好ましく、 $10,000 \sim 500,000$ 個/ cm^2 の割合で形成されているのがより好ましい。なお、初期孔61の形状は、略円形に限定されないことは言うまでもない。

【0028】

また、マスク6に初期孔61を形成するとき、図5（c）に示すように、マスク6だけでなく基板5の表面の一部も同時に除去し、初期凹部51を形成してもよい。これにより、後述する工程<3>でエッチングを施す際に、エッチング液との接触面積が大きくなり、侵食を好適に開始することができる。また、この初期凹部51の深さの調整により、凹部3の深さ（レンズの最大厚さ）を調整することもできる。初期凹部51の深さは、特に限定されないが、 $5 \mu\text{m}$ 以下とするのが好ましく、 $0.1 \sim 0.5 \mu\text{m}$ 程度とするのがより好ましい。

【0029】

以上では、ショットブラストによりマスク6に初期孔61を形成する場合を例に挙げて説明してきたが、マスク6に初期孔61を形成する方法としては、ショットブラストに限定されず、例えば、前述したような様々な物理的方法（例えば、ショットブラスト以外のブラスト処理やプレス、ドットプリンタ、タッピング、ラビング等の方法）やレーザ光の照射等によってマスク6に初期孔61を形成することができる。

【0030】

プレスにより初期孔61を形成する場合には、例えば、所定のパターン（ランダムなパターン）で突起部が形成されたローラーをマスク6に押し当ててマスク6上を転がすことにより、初期孔61を形成することができる。

また、形成されたマスク6に対して物理的方法またはレーザ光の照射で初期孔61を形成するだけでなく、例えば、基板5にマスク6を形成する際に、予め基

板 5 上に所定パターンで異物を配しておき、その上にマスク 6 を形成することでマスク 6 に積極的に欠陥を形成し、当該欠陥を初期孔 6 1 としてもよい。

【0031】

このように、物理的な方法またはレーザ光の照射でマスクに初期孔を形成することで、従来のようなフォトリソグラフィ法によってマスクに開口部を形成する場合に比べて、簡単かつ安価にマスク 6 に開口部（初期孔 6 1）をランダムに形成することができる。また、物理的な方法またはレーザ光の照射によれば、大きな基板に対する処理も容易に行うことができる。

【0032】

<3>次に、図 5（d）および図 6（e）に示すように、マスク 6 を用いて基板 5 にエッチングを施し、基板 5 上に多数の凹部 3 をランダムに形成する（エッチング工程）。

エッチングの方法は、特に限定されず、例えば、ウェットエッチング、ドライエッチング等が挙げられる。以下の説明では、ウェットエッチングを用いる場合を例に挙げて説明する。

【0033】

初期孔 6 1 が形成されたマスク 6 で被覆された基板 5 に対して、エッチング（ウェットエッチング）を施すことにより、図 5（d）に示すように、基板 5 は、マスク 6 が存在しない部分、すなわち初期孔 6 1 より食刻され、基板 5 上に多数の凹部 3 を形成される。上述したように、マスク 6 に形成された初期孔 6 1 がランダムなものであるため、形成される凹部 3 は、基板 5 の表面にランダムに配置されたものとなる。

【0034】

また、本実施形態では、工程<2>でマスク 6 に初期孔 6 1 を形成した際に、基板 5 の表面に初期凹部 5 1 を形成している。これにより、エッチングの際、エッチング液との接触面積が大きくなり、侵食を好適に開始することができる。

また、ウェットエッチング法を用いると、凹部 3 を好適に形成できる。そして、エッチング液として、例えば、フッ酸を含むエッチング液（フッ酸系エッチング液）を用いると、基板 5 をより選択的に食刻することができ、凹部 3 を好適に

形成することができる。

【0035】

マスク6が主としてCrで構成されたものである場合、フッ酸系エッチング液としては、フッ化アンモン溶液が特に好適である。フッ化アンモン溶液は毒劇物ではないため、作業中の人体や環境への影響を防止することができる。

また、ウェットエッチングによれば、ドライエッチングに比べて簡単な装置で処理を行うことができ、さらに、一度に多くの基板に対して処理を行うことができる。これにより生産性が向上し、安価にマイクロレンズ用凹部付き基板2を提供することができる。

【0036】

<4>次に、図7(f)に示すように、マスク6を除去する(マスク除去工程)。また、この際、マスク6の除去とともに、裏面保護膜69も除去する。

マスク6が主としてCrで構成されたものである場合、マスク6の除去は、例えば、硝酸第二セリウムアンモニウムと過塩素酸とを含む混合物を用いたエッチングにより行うことができる。

以上により、図7(f)および図3に示すように、基板5上に多数の凹部3がランダムに形成されたマイクロレンズ用凹部付き基板2が得られる。

【0037】

凹部3は、比較的緻密に形成されているのが好ましい。具体的には、マイクロレンズ用凹部付き基板2を平面視したときに、凹部3が形成されている有効領域において、凹部3が占める面積の割合が90%以上であるのが好ましく、96%以上であるのがより好ましい。凹部3が占める面積の割合が90%以上であると、凹部以外を通過する直進光をより少なくすることができ、光利用効率をさらに向上させることができる。

【0038】

基板5上にランダムな凹部3を形成する方法は、特に限定されないが、上述したような方法(物理的方法またはレーザ光の照射によりマスク6に初期孔61を形成し、その後、そのマスク6を用いてエッチングを行うことにより、基板5上に凹部3を形成する方法)により形成した場合、以下のような効果が得られる。

すなわち、物理的な方法またはレーザ光の照射によりマスク 6 に初期孔を形成することで、従来のようなフォトリソグラフィ法によってマスク 6 に開口部を形成する場合に比べて簡単かつ安価にマスク 6 に所定パターンで開口部（初期孔 6 1）を形成することができる。これにより生産性が向上し、安価にマイクロレンズ用凹部付き基板 2 を提供することができる。

【0039】

また、上述したような方法によれば、大型の基板に対する処理も容易に行うことができる。大型の基板を製造する場合に、従来のように複数の基板を貼り合わせる必要がなくなり、貼りあわせの継ぎ目をなくすことができる。これにより高品質の大型マイクロレンズ用凹部付き基板を簡便な方法で安価に製造することができる。

さらに、工程<4>でマスク 6 を除去した後、基板 5 上に新しいマスク 6 2 を形成し、マスク形成—初期孔形成—ウェットエッチング—マスク除去の一連の工程を繰り返して行ってもよい。以下、具体的な一例について説明する。

【0040】

<B1>まず、図 8（g）に示すように、凹部 3 が形成された基板 5 上に新しいマスク 6 2 を形成する。マスク 6 2 は、前述したマスク 6 と同様にして形成することができる（マスク形成工程）。

<B2>次に、図 8（h）に示すように、上述したような物理的方法またはレーザ光の照射によりマスク 6 2 に初期孔 6 3 を形成する（初期孔形成工程）。このとき、基板 5 の表面に初期凹部 5 2 を形成してもよい。

【0041】

<B3>その後、図 9（i）に示すようにマスク 6 2 を用いて、前記と同様なエッチングを施し、凹部 3 1 を形成する（エッチング工程）。

<B4>最後に、図 9（j）に示すように、マスク 6 2 および裏面保護膜 6 9 を除去する（マスク除去工程）。

<B1>～<B4>の工程は、上述した<1>～<4>の工程と同様の方法でそれぞれ行うことができる。

このように一連の工程を繰り返して行うことで、基板 5 の全面に亘って偏りな

く凹部を形成することができるとともに、凹部の形状をそろえて均一なものとすることができる。

【0042】

また、各工程における条件を、1回目と2回目以降とで変えて行ってもよい。各工程における条件を変えて行うことにより、形成される凹部3の形状（大きさ、深さ、曲率、凹面形状等）を調整して所望の形状とすることができる。

例えば、初期孔形成工程において、投射材611の径や噴射圧、噴射密度、処理時間等の条件を変えることにより、マスク6に形成される初期孔61の大きさや密度、および基板5に形成される初期凹部51の大きさや深さ等を調整することができる。

【0043】

また、エッチング工程においてエッチングレートを変えることで、形成される凹部3の形状を調整することができる。例えば、エッチングレートを次第に小さくしていくことにより、形成される複数の凹部3の形状をそろえて均一なものとするすることができる。

また、例えば、1回目のエッチングでは、エッチングレートを大きく（小さく）して、基板表面の平らな部分をなくすプレエッチングとし、2回目以降のエッチングで、エッチングレートを小さく（大きく）して、凹部3を形成する本エッチングとしてもよい。

【0044】

さらに、初期孔61の大きさ、初期凹部51の大きさや深さ等を変え、さらにエッチングレートを変えることで、形成される凹部3を所望の非球面形状とすることもできる。

なお、上述したような一連の工程を繰り返し行う場合、裏面保護膜69は、＜4＞の工程等で除去されずに、繰り返し使用されるものであってもよい。

【0045】

以下、マイクロレンズ用凹部付き基板2を用いて、マイクロレンズ基板を製造する方法について、図10を参照しながら説明する。

なお、本発明のマイクロレンズ用凹部付き基板およびマイクロレンズ基板は、

以下に述べる透過型スクリーンやリア型プロジェクタ以外にも、例えば、液晶表示装置（液晶パネル）、有機または無機EL（Electro luminescence：エレクトロルミネッセンス）表示装置、CCD、光通信素子等の各種電気光学装置、その他の装置等に用いることができるのは言うまでもない。

【0046】

<5>まず、マイクロレンズ用凹部付き基板2の凹部3が形成された側の面に、未重合の樹脂を付与する。この樹脂が重合、硬化（固化）することにより、図10（k）に示すように、樹脂層14が形成される。また、これにより、樹脂層14に、凹部3に充填された樹脂で構成され、凸レンズとして機能するマイクロレンズ8が形成される。

【0047】

<6>次に、図10（l）に示すように、型であるマイクロレンズ用凹部付き基板2をマイクロレンズ8（樹脂層14）から取り外す。

これにより、図2に示すような、多数のマイクロレンズ8がランダムに配されたマイクロレンズ基板1が得られる。

上述したように、マイクロレンズ基板1においては、マイクロレンズ8が、光学的にランダムに配されている。このため、マイクロレンズ8を透過した光による光学的干渉の発生が十分に防止・抑制される。これにより、例えば、本発明のマイクロレンズ基板を後述するような透過型スクリーンに用いた場合に、いわゆるモアレの発生をほぼ完全に無くすることが可能になる。これにより、表示品質の良い優れた透過型スクリーンが得られる。

【0048】

マイクロレンズ8（凹部3）のランダムの度合いを表す指標としては、例えば、任意の近接した2点間（マイクロレンズ8－マイクロレンズ8間、凹部3－凹部3間）の距離を多数とったときに、それらから求められる標準偏差が挙げられる。本発明では、このようにして求められる標準偏差がそれらの平均の3%以上のランダム性（ランダムの度合い）を示すものであるのが好ましい。前記指標がこのような範囲の値であると、光学的干渉の発生をより効果的に防止することができる。

なお、前記マイクロレンズ基板の製造方法の説明においては、マイクロレンズ用基板 1 を樹脂層 14 のみで構成した場合を例に挙げて説明したが、2P 法（フォトリソレーション）によって複数の樹脂層で構成したマイクロレンズ基板を製造することもできる。

【0049】

以下、2P 法によるマイクロレンズ基板の製造方法を、図 11～図 12 を参照しながら説明する。

まず、図 11 (a) に示すように、本発明によって製造された、マイクロレンズ用の凹部 3 が形成されたマイクロレンズ用凹部付き基板 2 を準備する。本方法では、この凹部 3 が形成されたマイクロレンズ用凹部付き基板 2 を型として用いる。これら凹部 3 に樹脂が充填されることにより、マイクロレンズ 8 が形成される。なお、凹部 3 の内面には、例えば離型剤等が塗布されていてもよい。そして、このマイクロレンズ用凹部付き基板 2 を、例えば凹部 3 が鉛直上方に開放するように設置する。

【0050】

< C 1 > 次に、凹部 3 が形成されたマイクロレンズ用凹部付き基板 2 上に、樹脂層 141（マイクロレンズ 8）を構成することとなる未硬化の樹脂を供給する。

< C 2 > 次に、かかる樹脂に樹脂層 53 を接合し、押圧・密着させる。

< C 3 > 次に、前記樹脂を硬化させる。この硬化方法は、樹脂の種類によって適宜選択され、例えば、紫外線照射、加熱、電子線照射等が挙げられる。

これにより、図 11 (b) に示すように、樹脂層 141 が形成され、また、凹部 3 内に充填された樹脂により、マイクロレンズ 8 が形成される。

【0051】

< C 4 > 次に、図 12 (c) に示すように、型であるマイクロレンズ用凹部付き基板 2 をマイクロレンズ 8 から取り外す。

これにより、図 12 (c) に示すような、ランダムに配された多数のマイクロレンズ 8 を有するマイクロレンズ基板が得られる。

また、上記の説明では、マイクロレンズ用凹部付き基板 2 を、マスクを用いた

エッチングにより製造されるものとして説明したが、本発明のマイクロレンズ用凹部付き基板は、エッチングにより複数の凹部が形成されたものであればいかなるものであってもよく、例えば、以下に説明するようなマスクを用いないエッチングにより製造されたものであってもよい。以下、この方法の一例について説明する。

【0052】

まず、上述した実施形態と同様に、マイクロレンズ用凹部付き基板（マイクロレンズ用凹部付き基材）2を製造するに際し、基板（基材）5を用意する。

< D1 >次に、図13に示すように、用意した基板5上に、初期凹部51を形成する（初期凹部形成工程）。

このように、本実施形態では、基板5上にマスクを形成することなく、直接、基板5に初期凹部51を形成する。この初期凹部51の形成方法としては、例えば、前述した初期孔61の形成方法と同様の方法等を用いることができ、具体的には、レーザ加工や、ショットブラスト、サンドブラスト等のブラスト加工や、エッチング加工、プレス加工、ドットプリンタ加工、タッピング加工等が挙げられる。

【0053】

レーザ加工により初期凹部51を形成した場合、基板5上に、初期凹部51を所定のパターンで効率的に、かつ精確に形成することができる。また、初期凹部51の直径、深さや、隣接する初期凹部51同士の間隔等を容易に制御することができる。レーザ加工に用いられるレーザとしては、例えば、ルビーレーザ、半導体レーザ、YAGレーザ、フェムト秒レーザ、ガラスレーザ、YVO₄レーザ、Ne-Heレーザ、Arレーザ、CO₂レーザ等が挙げられる。この中でも、室温で連続発振を容易に行うことができ、低い照射エネルギー領域における制御性の良さ等から、YAGレーザまたはフェムト秒レーザが好ましく用いられる。これにより、基板5に初期凹部51を好適に形成することができる。

このようなレーザの照射条件については、基板5の構成材料や厚さ、および形成する初期凹部51の深さ等により若干異なるが、例えば、YAGレーザの場合、エネルギー強度は0.5～5W程度、フェムト秒レーザの場合、0.05～1

W程度であるのが好ましい。これにより、前述の効果がより顕著なものとなる。

【0054】

また、レーザのビーム径は、 $1 \sim 100 \mu\text{m}$ であるのが好ましく、 $2 \sim 20 \mu\text{m}$ であるのがより好ましい。レーザのビーム径が前記下限値未満であると、形成される初期凹部51の径が小さくなりすぎ、後述するエッチング工程におけるエッチングを施す際に、エッチング剤が初期凹部51の奥まで十分に届かない可能性がある。一方、レーザのビーム径が前記上限値を超えると、形成される初期凹部51の径が大きくなったり、隣接する凹部同士がつながって大きくなったり、異形状の凹部が形成されやすくなる。

【0055】

また、初期凹部51の形成をブラスト加工により行った場合、基板5上に、初期凹部51を効率よく短時間で、広範囲で形成することができる。ブラスト加工で用いる投射材（ショット球）としては、例えば、スチールグリット、褐色アルミナ、ホワイトアルミナ、ガラスビーズ、ステンレスビーズ、ガーネット、珪砂、プラスチック、カットワイヤー、スラグ等が挙げられる。この中でも特に、ガラスビーズが好ましい。これにより、基板5に初期凹部51を好適に形成することができる。

【0056】

このような投射材の平均径（直径）は、 $10 \sim 200 \mu\text{m}$ であるのが好ましく、 $20 \sim 100 \mu\text{m}$ であるのがより好ましい。投射材の平均径が前記下限値未満であると、形成される初期凹部51の径が小さくなりすぎ、後述するエッチング工程におけるエッチングを施す際に、エッチング剤が初期凹部51の奥まで十分に届かない可能性がある。一方、投射材の平均径が前記上限値を超えると、形成される初期凹部51の径が大きくなったり、隣接する凹部同士がつながって大きくなったり、異形状の凹部が形成されやすくなる。

【0057】

また、投射材の噴射圧は、 $1 \sim 10 \text{ kg/cm}^2$ であるのが好ましく、 $3 \sim 5 \text{ kg/cm}^2$ であるのがより好ましい。投射材の噴射圧が前記下限値未満であると、ショットの衝撃が弱くなり、基板5に確実に初期凹部51を形成するのが困

難になる場合がある。一方、投射材の噴射圧が前記上限値を超えると、ショットの衝撃が強すぎて、投射材が潰れたり、衝撃により初期凹部 51 の形状が歪んでしまったりする可能性がある。

【0058】

また、前記投射材の噴射密度は、 $10 \sim 100 \text{ kg/m}^2$ であるのが好ましく、 $30 \sim 50 \text{ kg/m}^2$ であるのがより好ましい。投射材の噴射密度が前記下限値未満であると、ショット数が少なくなり、基板 5 の全面にわたって偏りなく初期凹部 51 を形成するのに時間がかかる。一方、投射材の噴射密度が前記上限値を超えると、初期凹部 51 が重なって形成され、凹部同士がつながって大きな穴となってしまうたり、異形状の初期凹部 51 が形成されやすくなる。

初期凹部 51 の平面視したときの形状は、特に限定されないが、略円形であるのが好ましい。このような形状であると、後述するようなマイクロレンズ基板の製造に好適に用いることができる。

【0059】

以下の説明では、初期凹部 51 が、略円形の形状を持つものとして説明する。

また、初期凹部 51 の直径を $a [\mu\text{m}]$ 、初期凹部 51 の深さを $b [\mu\text{m}]$ としたとき、 $a/b \leq 0.25$ の関係を満足するのが好ましく、 $a/b \leq 0.2$ の関係を満足するのがより好ましい。このような関係を満足することにより、後述するエッチング工程において、基板 5 が食刻される度合いを適度なものとすることができる。また、形成される凹部 3 の形状は、特に光学特性に優れたマイクロレンズを得るのに最適なものとなる。これに対して、 a/b が前記下限値未満であると、後述するエッチング工程におけるエッチングを施す際に、エッチング剤が初期凹部 51 の奥まで十分に届かず、本発明の効果が十分に得られない場合がある。また、エッチング剤が初期凹部 51 への浸入する度合いを制御できず、形成される凹部 3 の形状を、十分確実に制御することが困難となる場合がある。また、 a/b が前記上限値を超えると、後述するエッチング工程で形成される凹部 3 の曲率半径を十分に小さくするのが困難となり、これにより得られるマイクロレンズ基板において、十分な光学特性を得るのが困難となる場合がある。

【0060】

最終的に形成される凹部 3 の直径を d [μm] としたとき、初期凹部 5 1 の直径 a との関係は、 $a/d \leq 0.25$ の関係を満足するのが好ましく、 $a/d \leq 0.2$ の関係を満足するのがより好ましい。このような関係を満足することにより、後述するマイクロレンズ基板を製造するときに、適度な曲率半径を有するマイクロレンズを製造することができる。

【0061】

初期凹部 5 1 の直径 a の具体的な値は、特に限定されないが、 $1 \sim 50 \mu\text{m}$ であるのが好ましく、 $2 \sim 20 \mu\text{m}$ であるのがより好ましい。初期凹部 5 1 の直径 a が、前記下限値未満であると、後述するエッチング工程におけるエッチングを施す際に、エッチング剤が初期凹部 5 1 の奥まで十分に届かない可能性がある。一方、初期凹部 5 1 の直径 a が、前記上限値を超えると、後述するエッチング工程で形成される凹部 3 の曲率半径を十分に小さくするのが困難となり、これにより得られるマイクロレンズ基板において、十分な光学特性を得るのが困難となる場合がある。

【0062】

また、初期凹部 5 1 の深さ b の具体的な値は、特に限定されないが、 $5 \sim 500 \mu\text{m}$ であるのが好ましく、 $10 \sim 200 \mu\text{m}$ であるのがより好ましい。初期凹部 5 1 の深さ b が、前記下限値未満であると、後述するエッチング工程で形成される凹部 3 の曲率半径を十分に小さくするのが困難となり、これにより得られるマイクロレンズ基板において、十分な光学特性を得るのが困難となる場合がある。また、初期凹部 5 1 の深さ b が、前記上限値を超えると、後述するエッチング工程におけるエッチングを施す際に、エッチング剤が初期凹部 5 1 の奥まで十分に届かない可能性がある。なお、初期凹部 5 1 の形状は、略円形に限定されないことは言うまでもない。

【0063】

また、本実施形態では、基板 5 上に、複数の初期凹部 5 1 を形成するものであり、隣接する初期凹部 5 1 同士の間隔を c [μm] としたとき、初期凹部 5 1 の深さ b との関係は、 $0.8 \leq c/b \leq 1.1$ の関係を満足するのが好ましく、 $0.9 \leq c/b \leq 1.0$ の関係を満足するのがより好ましい。このような関係を満

足することにより、基板 5 上に、緻密に、かつ適度な大きさの凹部 3 を形成することができる。これに対して、 c/b が、前記下限値未満であると、後述するエッチング工程で形成される凹部 3 の曲率半径を十分に小さくするのが困難となり、これにより得られるマイクロレンズ基板において、十分な光学特性を得るのが困難となる場合がある。また、 c/b が、前記上限値を超えると、十分に小さいマイクロレンズを緻密に形成することが困難となる場合がある。

【0064】

隣接する初期凹部 5 1 同士の間隔 c の具体的な値は、特に限定されないが、 $5 \sim 500 \mu\text{m}$ であるのが好ましく、 $10 \sim 200 \mu\text{m}$ であるのがより好ましい。隣接する初期凹部 5 1 同士の間隔 c が、前記下限値未満であると、初期凹部 5 1 の形成が困難となる場合がある。また、 c が小さすぎると、初期凹部 5 1 の直径 a も小さくなるため、前述のような問題が生じる場合がある。また、隣接する初期凹部 5 1 同士の間隔 c が、前記上限値を超えると、基板 5 上に、十分に小さいマイクロレンズを緻密に形成することが困難となる場合がある。

【0065】

< D 2 > 次に、図 1 4 に示すように、複数の初期凹部 5 1 を形成した基板 5 にエッチングを施し、基板 5 上に多数の凹部 3 を形成する（エッチング工程）。

このように本実施形態では、マスク 6 を形成することなく、複数の初期凹部 5 1 を形成した基板 5 にエッチングを施し、基板 5 上に多数の凹部 3 を形成する。

エッチング法としては、例えば、ウェットエッチング法、ドライエッチング法等が挙げられる。その中でも、ウェットエッチング法を用いるのが好ましい。これにより、ドライエッチング法に比べて簡単な装置で処理を行うことができ、さらに、一度に多くの基板に対して処理を行うことができる。これにより生産性が向上し、安価にマイクロレンズ用凹部付き基板 2 を提供することができる。

【0066】

前述したエッチング法の中で、ウェットエッチング法を用いる場合には、エッチング剤として、フッ化水素水溶液、フッ化アンモン溶液、フッ酸+硝酸水溶液、塩化鉄（III）水溶液、アルカリ水溶液等を用いることができる。

また、ドライエッチング法を用いる場合には、エッチング剤として、 CHF_3

ガス、塩素系ガス等を用いることができる。

【0067】

以下の説明では、ウェットエッチングを用いる場合を例に挙げて説明する。

初期凹部 51 が形成された基板 5 に対して、エッチング（ウェットエッチング）を施すことにより、図 14 に示すように、基板 5 は、初期凹部 51 より食刻され、基板 5 上に多数の凹部 3 が形成される。

また、ウェットエッチング法を用いると、凹部 3 を好適に形成できる。そして、エッチング液として、例えば、フッ化水素を含むエッチング液（フッ酸系エッチング液）を用いると、基板 5 をより選択的に食刻することができ、凹部 3 を好適に形成することができる。

【0068】

なお、基板 5 の凹部 3 が形成されている側の面上に、さらに新しい初期凹部 51 を形成し、初期凹部形成－エッチングの一連の工程を繰り返して行ってもよい。すなわち、＜D1＞、＜D2＞の工程を繰り返し行ってもよい。これにより、基板 5 の全面にわたって偏りなく凹部 3 を形成することができる。また、凹部 3 の形状をそろえて均一なものとすることができる。この場合、1 回目と 2 回目以降とで、同じ条件であってもよいし、異なる条件であってもよい。

以上により、図 15 に示すように、基板 5 上に多数の凹部 3 が形成されたマイクロレンズ用凹部付き基板 2 が得られる。

【0069】

上述した説明では、マイクロレンズを 1 面のみに形成した平凸レンズ（平凸型マイクロレンズ）を備えたマイクロレンズ基板を用いているが、本発明のマイクロレンズ基板は、これに限定されるものではない。

例えば、2 面にマイクロレンズが形成された両凸レンズを備えたマイクロレンズ基板であってもよい。

また、以上の説明では、マイクロレンズ用凹部付き基板 2 として、ガラス基板を用いているが、本発明では、前記基板 5 の構成材料は、ガラスに限定されず、例えば、金属や樹脂等であってもよい。

【0070】

次に、図2に示したマイクロレンズ基板1を用いた透過型スクリーンについて、図16、図17を参照しながら説明する。図16は、本発明の透過型スクリーンの光学系を模式的に示す縦断面図、図17は、図16に示す透過型スクリーンの分解斜視図である。

この透過型スクリーン200は、出射面側表面にフレネルレンズが形成されたフレネルレンズ部210と、フレネルレンズ部210の出射面側に配置され入射面側表面に多数のマイクロレンズ8が形成されたマイクロレンズ基板1とを備えている。

【0071】

このように、透過型スクリーン200は、マイクロレンズ基板1を有している。これにより、レンチキュラレンズを用いた場合に比べて上下方向の視野角が広がる。

特に、本発明のマイクロレンズ基板1では、上述したように、マイクロレンズ8がランダムに配されているので、液晶等のライトバルブやフレネルレンズとの干渉を防ぎ、モアレの発生をほぼ完全に無くすることが可能になる。これにより、表示品質の良い優れた透過型スクリーンとなる。

また、上述したような方法によると、容易に大型のマイクロレンズ基板1を製造することができる。これにより、貼り合わせの繋ぎ目のない、高品質の大型スクリーンを製造することができる。

【0072】

マイクロレンズ基板1におけるマイクロレンズ8の直径は、 $10 \sim 500 \mu\text{m}$ であるのが好ましく、 $30 \sim 80 \mu\text{m}$ であるのがより好ましく、 $50 \sim 60 \mu\text{m}$ であるのがさらに好ましい。マイクロレンズ8の直径が前記範囲内の値であると、スクリーンに投影される画像において十分な解像度を保持しつつ、透過型スクリーンの生産性をさらに高めることができる。なお、マイクロレンズ基板1においては、隣接するマイクロレンズ8－マイクロレンズ8間のピッチは、 $10 \sim 500 \mu\text{m}$ であるのが好ましく、 $30 \sim 300 \mu\text{m}$ であるのがより好ましく、 $50 \sim 200 \mu\text{m}$ であるのがさらに好ましい。

【0073】

また、上述したような方法によると、容易に大型のマイクロレンズ基板 1 を製造することができる。これにより、貼り合わせの繋ぎ目のない、高品質の大型スクリーンを製造することができる。

なお、本発明の透過型スクリーンは、上述した構成に限られない。例えば、マイクロレンズ基板 1 の出射面側または入射面側に、ブラックストライプや光拡散板や他のマイクロレンズをさらに採用した透過型スクリーンとすることもできる。

【0074】

以下、前記透過型スクリーンを用いたリア型プロジェクタについて説明する。

図 18 は、本発明のリア型プロジェクタの構成を模式的に示す図である。

同図に示すように、リア型プロジェクタ 300 は、投写光学ユニット 310 と、導光ミラー 320 と、透過型スクリーン 330 とが筐体 340 に配置された構成を有している。

そして、このリア型プロジェクタ 300 は、その透過型スクリーン 330 として、上述した回折光やモアレが発生しにくい透過型スクリーン 330 を用いている。このため、視野角が広く、さらにモアレの発生が無く表示品質の良い優れたリア型プロジェクタとなる。

【0075】

以上説明したように、本発明の凹部付き基板（マイクロレンズ用凹部付き基板）およびマイクロレンズ基板では、凹部（マイクロレンズ用凹部）およびマイクロレンズがランダム（光学的にランダム）に配されているので、光学的干渉が抑えられたものとなる。

これにより、例えば本発明のマイクロレンズ基板を用いた透過型スクリーンやリア型プロジェクタは、液晶等のライトバルブやフレネルレンズとの干渉を防いでモアレの発生をほぼ完全に無くすることが可能となり、表示品質の良い優れたものとなる。

【0076】

以上、本発明の凹部付き基板、マイクロレンズ基板、透過型スクリーンおよびリア型プロジェクタについて、図示の実施形態に基づいて説明したが、本発明は

、これらに限定されるものではない。

例えば、本発明の凹部付き基板は、前述したような方法により製造されたものに限定されない。すなわち、本発明の凹部付き基板は、例えば、物理的方法またはレーザ光の照射による初期孔形成工程を有さない、フォトリソグラフィ法を用いて製造されたもの等であってもよい。

また、前記の説明では、初期孔形成工程において、ノズル 610 を 1 次元的に移動させつつショットブラストを行う構成について説明したが、ブラスト処理は、ノズルを 2 次元的または 3 次元的に移動させつつ行うものであってもよい。

【0077】

また、本発明の透過型スクリーン、リア型プロジェクタは、前述した実施形態のようなものに限定されず、透過型スクリーン、リア型プロジェクタを構成する各部は、同様の機能を発揮し得る任意の構成のものと置換することができる。例えば、本発明の透過型スクリーンは、マイクロレンズ基板 1 の出射面側に、ブラックストライプや光拡散板や他のマイクロレンズをさらに採用した透過型スクリーンであってもよい。

【0078】

また、上述した説明では、本発明のマイクロレンズ基板を、透過型スクリーンおよび該透過型スクリーンを備えた投射型表示装置に用いた場合を例に挙げて説明したが、本発明はこれに限定されるものではなく、本発明のマイクロレンズ基板を、例えば、CCD、光通信素子等の各種電気光学装置、液晶表示装置（液晶パネル）、有機または無機 EL（Electro luminescence：エレクトロルミネッセンス）表示装置、その他の装置等に用いることができるのは言うまでもない。

また、表示装置もリヤプロジェクション型の表示装置に限定されず、例えば、フロントプロジェクション型の表示装置に本発明のマイクロレンズ基板を用いることができる。

【0079】

また、上述した説明では、本発明の凹部付き基板をマイクロレンズ用凹部付き基板に適用した場合を例に挙げて説明したが、本発明はこれに限定されるものではなく、本発明の凹部付き基板は、例えば、有機 EL（Electro Luminescence）

素子のような各種の発光源における反射鏡（反射板）や発光源からの光を反射する反射鏡、または発光源からの光を拡散する拡散板等にも適用することができる。

【0080】

【実施例】

（実施例1）

以下のように、マイクロレンズ用の凹部を備えたマイクロレンズ用凹部付き基板を製造し、このマイクロレンズ用凹部付き基板を用いてマイクロレンズ基板を製造した。

まず、基板として、 $1.2\text{ m} \times 0.7\text{ m}$ 角、厚さ 0.7 mm のソーダガラス基板を用意した。

このソーダガラス基板を、 30°C に加熱した洗浄液（ $\text{HF } 10\text{ vol } \%$ 水溶液（グリセリンを若干含む））に浸漬して洗浄を行い、その表面を清浄化した。

【0081】

— 1 A — 次に、このソーダガラス基板上に、スパッタリング法にて、厚さ $0.2\text{ }\mu\text{ m}$ の酸化 Cr 膜（マスクおよび裏面保護膜）を形成した。

— 2 A — 次に、マスクに対してショットブラストを行い、マスクの中央部 $13\text{ cm} \times 65\text{ cm}$ の範囲に多数の初期孔を形成した。

なお、ショットブラストは、投射材として平均粒径 $100\text{ }\mu\text{ m}$ のガラスビーズを用い、噴射圧 $5\text{ kg}/\text{cm}^2$ 、噴射密度 $100\text{ kg}/\text{m}^2$ の条件で行った。

これにより、マスクの上記範囲全面に亘って、ランダムなパターンで初期孔が形成された。初期孔の平均径は $10\text{ }\mu\text{ m}$ であり、初期孔の形成密度は $20,000\text{ 個}/\text{cm}^2$ であった。

また、この際、ソーダガラス基板の表面に深さ $0.1\text{ }\mu\text{ m}$ の初期凹部も形成した。

【0082】

— 3 A — 次に、ソーダガラス基板にウェットエッチングを施し、ソーダガラス基板上に多数の凹部を形成した。

なお、ウェットエッチングは、エッチング液として $40\text{ 重量}\%$ のフッ化アンモ

ン水溶液を用い、浸漬時間は100時間とした。

－4A－ 次に、硝酸第二セリウムアンモニウムと過塩素酸との混合物を用いてエッチングすることにより酸化Cr膜（マスクおよび裏面保護膜）を除去した。

これにより、ソーダガラス基板上に、マイクロレンズ用の多数の凹部がランダムに形成されたウエハー状のマイクロレンズ用凹部付き基板を得た。得られた凹部付き基板を平面視したときに、凹部が形成されている有効領域において、凹部が占める面積の割合が96%であった。また、マイクロレンズ用凹部付き基板の任意の近接した2点間（凹部－凹部間）の距離を多数とり、それらから標準偏差を求めた。このようにして求められた標準偏差は、それらの平均の20%であった。

【0083】

－5A－ 次に、マイクロレンズ用凹部付き基板を型として用い、PMMA（ポリメチルメタクリレート、屈折率1.49）樹脂をキャストニング成形により成形加工した。

これにより、多数のマイクロレンズがランダムに形成された1.2m×0.7mのマイクロレンズ基板を得た。形成されたマイクロレンズの平均径（直径）は、100μmであった。また、マイクロレンズ基板の任意の近接した2点間（マイクロレンズ－マイクロレンズ間）の距離を多数とり、それらから標準偏差を求めた。このようにして求められた標準偏差は、それらの平均の20%であった。

【0084】

（実施例2）

まず、基板として、1.2m×0.7m角、厚さ0.7mmのソーダガラス基板を用意した。

このソーダガラス基板を、30℃に加熱した洗浄液（HF10vol%水溶液（グリセリンを若干含む））に浸漬して洗浄を行い、その表面を清浄化した。

【0085】

－1B－ 次に、このソーダガラス基板上に、スパッタリング法にて、厚さ0.15μmの酸化Cr膜（マスクおよび裏面保護膜）を形成した。

－ 2 B － 次に、マスクに対してレーザ加工を行い、マスクの中央部 $113\text{ cm} \times 65\text{ cm}$ の範囲に多数の初期孔を形成した。

なお、レーザ加工は、YAGレーザを用いて、エネルギー強度 1 W 、ビーム径 $5\text{ }\mu\text{ m}$ 、照射時間 0.01 秒 という条件で行った。

これにより、マスクの上記範囲全面に亘って、ランダムなパターンで初期孔が形成された。初期孔の平均径は $7\text{ }\mu\text{ m}$ であり、初期孔の形成密度は $40,000\text{ 個}/\text{cm}^2$ であった。

また、この際、ソーダガラス基板の表面に深さ $0.1\text{ }\mu\text{ m}$ の初期凹部も形成した。

－ 3 B － 次に、ソーダガラス基板にウェットエッチングを施し、ソーダガラス基板上に多数の凹部を形成した。

なお、ウェットエッチングは、エッチング液として $40\text{ 重量}\%$ のフッ化アンモン水溶液を用い、浸漬時間は 100 時間 とした。

【0086】

－ 4 B － 次に、硝酸第二セリウムアンモニウムと過塩素酸との混合物を用いてエッチングすることにより酸化 Cr 膜（マスクおよび裏面保護膜）を除去した。

これにより、ソーダガラス基板上に、マイクロレンズ用の多数の凹部がランダムに形成されたウエハー状のマイクロレンズ用凹部付き基板を得た。得られた凹部付き基板を平面視したときに、凹部が形成されている有効領域において、凹部が占める面積の割合が 97% であった。また、マイクロレンズ用凹部付き基板の任意の近接した2点間（凹部－凹部間）の距離を多数とり、それらから標準偏差を求めた。このようにして求められた標準偏差は、それらの平均の 35% であった。

この後、上記－ 5 A － の工程を行い、実施例 1 と同様にして、多数のマイクロレンズがランダムに形成された $1.2\text{ m} \times 0.7\text{ m}$ のマイクロレンズ基板を得た。形成されたマイクロレンズの平均径（直径）は、 $80\text{ }\mu\text{ m}$ であった。また、マイクロレンズ基板の任意の近接した2点間（マイクロレンズ－マイクロレンズ間）の距離を多数とり、それらから標準偏差を求めた。このようにして求められた

標準偏差は、それらの平均の35%であった。

【0087】

(実施例3)

まず、基板として、1.2m×0.7m角、厚さ0.7mmのソーダガラス基板を用意した。

このソーダガラス基板を、100℃に加熱した洗浄液（濃硫酸：80vol%と、30vol%過酸化水素水：20vol%との混合液）に浸漬して洗浄を行い、その表面を清浄化した。

【0088】

—2C— 次に、このソーダガラス基板に、ショットブラストを行い、その中央部113cm×65cmの範囲に多数の初期凹部を形成した。

なお、ショットブラストは、投射材として平均粒径20 μ mのガラスビーズを用い、噴射圧3kg/cm²、噴射密度30kg/m²の条件で行った。

これにより、ソーダガラス基板の上記範囲全面に亘って、ランダムなパターンで初期凹部が形成された。初期凹部の平均径（直径）は30 μ mであり、初期凹部の形成密度は4,000個/cm²であった。また、隣接する初期凹部同士の間隔（平均値）は150 μ mあった。

【0089】

—3C— 次に、ソーダガラス基板にウェットエッチングを施し、ソーダガラス基板上に多数の凹部を形成した。

なお、ウェットエッチングは、エッチング液として40重量%のフッ化アンモン水溶液を用い、浸漬時間は160時間とした。

—4C— 次に、上記工程で凹部が形成された面に、ショットブラストを行い、その中央部113cm×65cmの範囲に、新たに多数の初期凹部を形成した。

なお、ショットブラストは、投射材として平均粒径50 μ mのガラスビーズを用い、噴射圧5kg/cm²、噴射密度100kg/m²の条件で行った。

これにより、ソーダガラス基板の上記範囲全面に亘って、ランダムなパターンで初期凹部が形成された。初期凹部の平均径（直径）は80 μ mであり、初期凹

部の形成密度は 20,000 個/cm²であった。また、隣接する初期凹部同士の間隔（平均値）は 100 μm であった。

【0090】

－5C－ 次に、ソーダガラス基板の初期凹部が形成された側の面にウェットエッチングを施し、ソーダガラス基板上に多数の凹部を形成した。

なお、ウェットエッチングは、エッチング液として 40 重量%のフッ化アンモン水溶液を用い、浸漬時間は 100 時間とした。

これにより、ソーダガラス基板上に、マイクロレンズ用の多数の凹部がランダムに形成されたウエハー状のマイクロレンズ用凹部付き基板を得た。なお、形成された凹部の曲率半径（マイクロレンズの中心部付近における曲率半径）は 50 μm で、隣接する凹部同士の間隔（凹部同士の中心間平均距離）は 80 μm であった。また、得られた凹部付き基板を平面視したときに、凹部が形成されている有効領域において、凹部が占める面積の割合が 100% であった。また、マイクロレンズ用凹部付き基板の任意の近接した 2 点間（凹部－凹部間）の距離を多数とり、それらから標準偏差を求めた。このようにして求められた標準偏差は、それらの平均の 3% であった。

【0091】

－6C－ 次に、マイクロレンズ用凹部付き基板の凹部が形成された側の面に、未重合の樹脂（紫外線（UV）硬化型エポキシ系の光学接着剤（硬化後の屈折率 1.59））を付与し、その後、紫外線照射を行うことにより、この樹脂を重合、硬化（固化）させ、多数のマイクロレンズを有する樹脂層を形成した。

－7C－ 次に、型であるマイクロレンズ用凹部付き基板をマイクロレンズ（樹脂層）から取り外し、多数のマイクロレンズがランダムに形成された 1.2 m × 0.7 m のマイクロレンズ基板を得た。形成されたマイクロレンズの平均径（直径）は、100 μm であった。また、マイクロレンズ基板の任意の近接した 2 点間（マイクロレンズ－マイクロレンズ間）の距離を多数とり、それらから標準偏差を求めた。このようにして求められた標準偏差は、それらの平均の 3% であった。

【0092】

(実施例 4)

まず、基材として、1.2 m×0.7 m 角、厚さ 2 mm の石英ガラス基板を用意した。

この石英ガラス基板を、30℃に加熱した洗浄液（HF 10 vol % 水溶液（グリセリンを若干含む））に浸漬して洗浄を行い、その表面を清浄化した。

【0093】

— 2 D — 次に、この石英ガラス基板に、フェムト秒レーザを用いて、石英ガラス基板の中央部 113 cm×65 cm の範囲に多数の初期凹部を形成した。

なお、フェムト秒レーザは、エネルギー強度 0.1 W、ビーム径 5 μm、照射時間 0.1 秒の条件で行った。

これにより、石英ガラス基板の上記範囲全面にわたって、ランダムなパターンで初期凹部が形成された。形成された初期凹部の平均径（直径）は 10 μm、初期凹部の深さは 50 μm、隣接する初期凹部同士の間隔（平均値）は 50 μm であった。

【0094】

— 3 D — 次に、石英ガラス基板の初期凹部が形成された側の面にウェットエッチングを施し、石英ガラス基板上に多数の凹部を形成した。

なお、ウェットエッチングは、エッチング液としてフッ化水素 10 重量% + グリセリン 15 重量% の混合液（常温）を用い、浸漬時間は 6.5 時間とした。

— 4 D — 次に、上記工程で凹部が形成された面に、フェムト秒レーザを用いて、石英ガラス基板の中央部 113 cm×65 cm の範囲に、新たに多数の初期凹部を形成した。

なお、フェムト秒レーザは、エネルギー強度 0.1 W、ビーム径 5 μm、照射時間 0.02 秒の条件で行った。

これにより、石英ガラス基板の上記範囲全面にわたって、ランダムなパターンで初期凹部が形成された。形成された初期凹部の平均径（直径）は 10 μm、初期凹部の深さは 10 μm、隣接する初期凹部同士の間隔（平均値）は 50 μm であった。

【0095】

－ 5 D－ 次に、石英ガラス基板にウェットエッチングを施し、石英ガラス基板上に新たに多数の凹部を形成した。

なお、ウェットエッチングは、エッチング液としてフッ化水素 10 重量% + グリセリン 15 重量% の混合液（常温）を用い、浸漬時間は 80 分とした。

これにより、石英ガラス基板上に、マイクロレンズ用の多数の凹部がランダムに形成されたウエハー状のマイクロレンズ用凹部付き基板を得た。なお、形成された凹部の曲率半径（マイクロレンズの中心部付近における曲率半径）は $20\ \mu\text{m}$ で、隣接する凹部同士の間隔（凹部同士の中心間平均距離）は $30\ \mu\text{m}$ であった。また、得られた凹部付き基板を平面視したときに、凹部が形成されている有効領域において、凹部が占める面積の割合が 100% であった。また、マイクロレンズ用凹部付き基板の任意の近接した 2 点間（凹部－凹部間）の距離を多数とり、それらから標準偏差を求めた。このようにして求められた標準偏差は、それらの平均の 10% であった。

【0096】

－ 6 D－ 次に、マイクロレンズ用凹部付き基板の凹部が形成された側の面に、未重合の樹脂（紫外線（UV）硬化型エポキシ系の光学接着剤（硬化後の屈折率 1.59））を付与し、その後、紫外線照射を行うことにより、この樹脂を重合、硬化（固化）させ、多数のマイクロレンズを有する樹脂層を形成した。

－ 7 D－ 次に、型であるマイクロレンズ用凹部付き基板をマイクロレンズ（樹脂層）から取り外し、多数のマイクロレンズがランダムに形成された $1.2\text{m} \times 0.7\text{m}$ のマイクロレンズ基板を得た。形成されたマイクロレンズの平均径（直径）は、 $40\ \mu\text{m}$ であった。また、マイクロレンズ基板の任意の近接した 2 点間（マイクロレンズ－マイクロレンズ間）の距離を多数とり、それらから標準偏差を求めた。このようにして求められた標準偏差は、それらの平均の 10% であった。

【0097】

（比較例）

まず、基板として、厚さ 1mm の石英ガラス基板を用意した。

この石英ガラス基板を、85℃ に加熱した洗浄液（80% 硫酸 + 20% 過酸化

水素水)に浸漬して洗浄を行い、その表面を清浄化した。

－1E－ 次に、この石英ガラス基板を、600℃、80Paに設定したCVD炉内に入れ、SiH₄を300mL/分の速度で供給し、CVD法にて、厚さ0.6μmの多結晶シリコン膜(マスクおよび裏面保護膜)を形成した。

【0098】

－2E－ 次に、形成した多結晶シリコン膜(マスク)上に、フォトレジストにより規則的なマイクロレンズのパターンを有するレジストを形成し、次いで、多結晶シリコン膜(マスク)に対してCFガスによるドライエッチングを行い、次いで、前記レジストを除去して、多結晶シリコン膜(マスク)に開口を形成した。

－3E－ 次に、石英ガラス基板に第1のウェットエッチングを施し、石英ガラス基板上に多数の凹部を形成した。

なお、エッチング液には、フッ酸系のエッチング液を用いた。

【0099】

－4E－ 次に、CFガスによるドライエッチングを行い、多結晶シリコン膜(マスクおよび裏面保護膜)を除去した。

これにより、石英ガラス基板上に、マイクロレンズ用の多数の凹部が規則的に形成されたウエハー状のマイクロレンズ用凹部付き基板を得た。得られた凹部付き基板を平面視したときに、凹部が形成されている有効領域において、凹部が占める面積の割合が98%であった。

この後、上記－5A－の工程を行い、実施例1と同様にして、多数のマイクロレンズが規則的に形成されたマイクロレンズ基板を得た。形成されたマイクロレンズの平均径(直径)は、72μmであった。

【0100】

(評価)

物理的方法、レーザ光の照射によりマスクに開口部(初期孔)を形成した実施例1および2では、例えば1.2m×0.7mといった大型の基板に対する処理も容易に行うことができた。また、マスクを形成せずに、基材の直接初期凹部を形成した実施例3および4では、例えば1.2m×0.7mといった大型の基板

に対する処理も容易に行うことができた。一方、フォトリソグラフィ法によりマスクに開口部を形成した比較例では、例えば $1.2\text{ m} \times 0.7\text{ m}$ といった大型の基板に対する処理は困難であった。特に、フォトレジストの工程で、多数の不良品を生じ、歩留に劣っていた。

そして、前記各実施例および比較例で得られたマイクロレンズ基板を用いて、図16、図17に示すような透過型スクリーンを作製し、当該スクリーンを用いて図18に示すようなリア型プロジェクタを作製した。

【0101】

得られたリア型プロジェクタのスクリーンにそれぞれ画像を投射させたところ、明るい画像を表示することができた。また、実施例1～4のマイクロレンズ基板を用いたリア型プロジェクタでは、回折光やモアレの発生が好適に防止されていた。これに対し、比較例のマイクロレンズ基板を用いたリア型プロジェクタでは、回折光、モアレの発生が認められた。

したがって、かかる透過型スクリーンを用いた投射型表示装置は、スクリーン上に明るく、高品質の画像を投射できることが容易に推察される。

【図面の簡単な説明】

【図1】 本発明のマイクロレンズ用凹部付き基板を示す模式的な縦断面図である。

【図2】 本発明のマイクロレンズ基板を示す模式的な縦断面図である。

【図3】 本発明のマイクロレンズ用凹部付き基板を示す模式的な平面図である。

【図4】 本発明のマイクロレンズ用凹部付き基板の製造方法を示す模式的な縦断面図である。

【図5】 本発明のマイクロレンズ用凹部付き基板の製造方法を示す模式的な縦断面図である。

【図6】 本発明のマイクロレンズ用凹部付き基板の製造方法を示す模式的な縦断面図である。

【図7】 本発明のマイクロレンズ用凹部付き基板の製造方法を示す模式的な縦断面図である。

【図 8】 本発明のマイクロレンズ用凹部付き基板の製造方法を示す模式的な縦断面図である。

【図 9】 本発明のマイクロレンズ用凹部付き基板の製造方法を示す模式的な縦断面図である。

【図 10】 本発明のマイクロレンズ基板の製造方法を示す模式的な縦断面図である。

【図 11】 本発明のマイクロレンズ基板の製造方法を示す模式的な縦断面図である。

【図 12】 本発明のマイクロレンズ基板を示す模式的な縦断面図である。

【図 13】 本発明のマイクロレンズ用凹部付き基板の製造方法を示す模式的な縦断面図である。

【図 14】 本発明のマイクロレンズ用凹部付き基板の製造方法を示す模式的な縦断面図である。

【図 15】 本発明のマイクロレンズ用凹部付き基板の製造方法を示す模式的な縦断面図である。

【図 16】 本発明の透過型スクリーンの光学系を模式的に示す縦断面図である。

【図 17】 図 16 に示す透過型スクリーンの分解斜視図である。

【図 18】 本発明のリア型プロジェクタを模式的に示す図である。

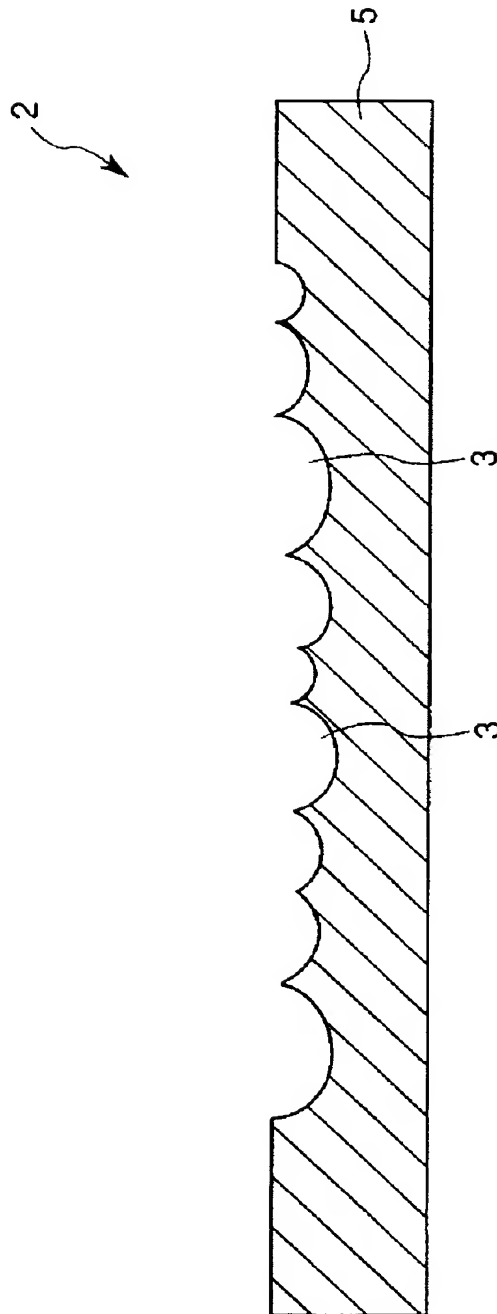
【符号の説明】

1・・・マイクロレンズ基板 2・・・マイクロレンズ用凹部付き基板 3、
31・・・凹部 5・・・基板 51、52・・・初期凹部 53・・・樹脂層
54・・・基板 6、62・・・マスク 61、63・・・初期孔 610・
・・・ノズル 611・・・投射材 69・・・裏面保護膜 8・・・マイクロレ
ンズ 14・・・樹脂層 141・・・樹脂層 142・・・樹脂層 200・
・・・透過型スクリーン 210・・・フレネルレンズ部 300・・・リア型プ
ロジェクタ 310・・・投写光学ユニット 320・・・導光ミラー 330
・・・透過型スクリーン 340・・・筐体

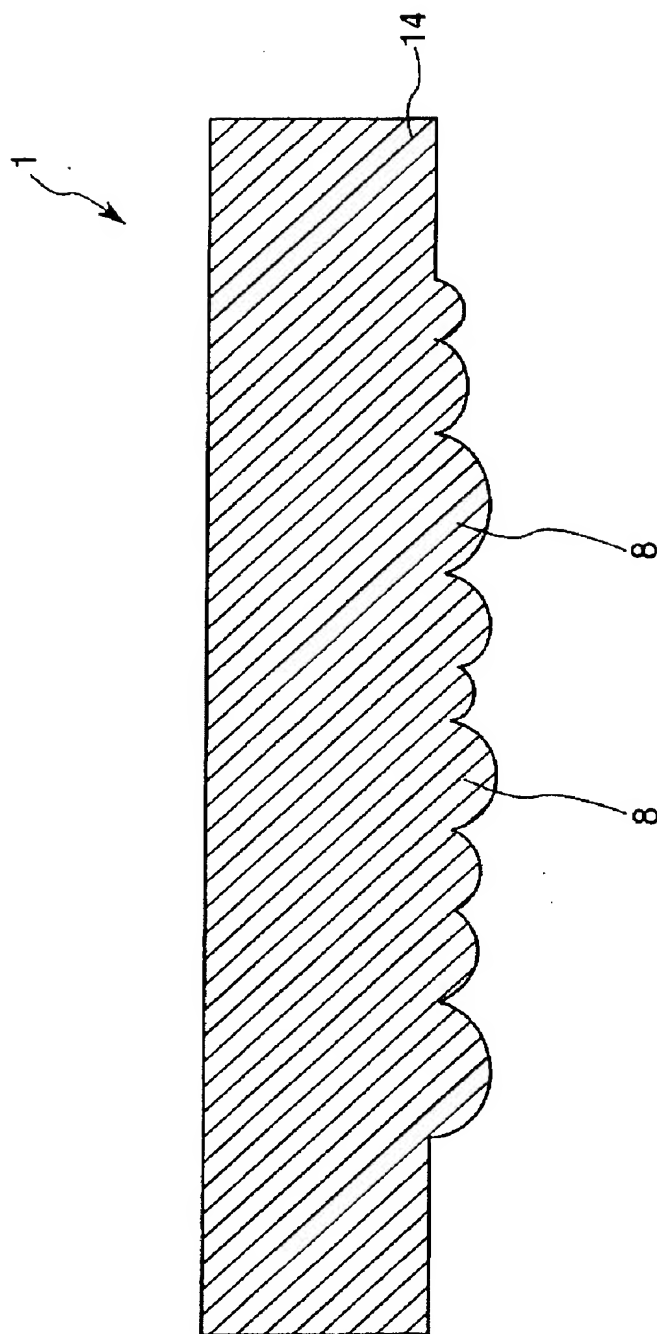
【書類名】

図面

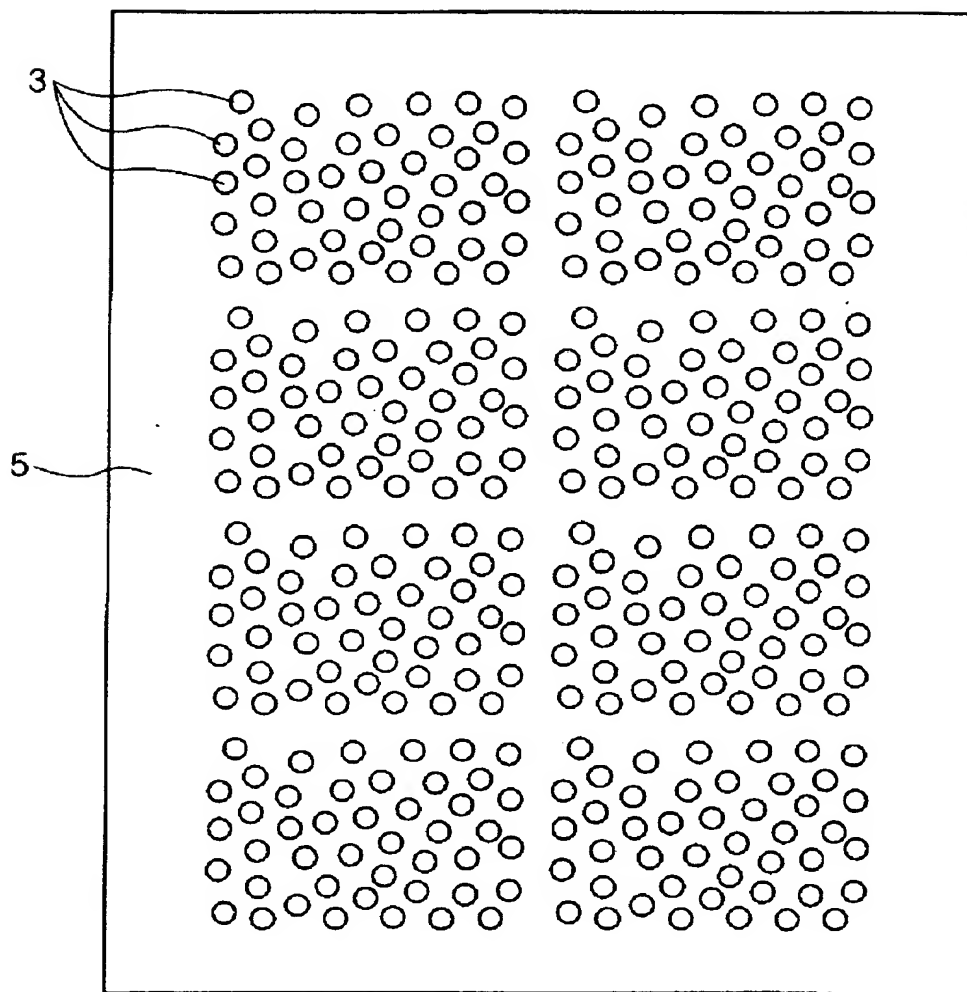
【図 1】



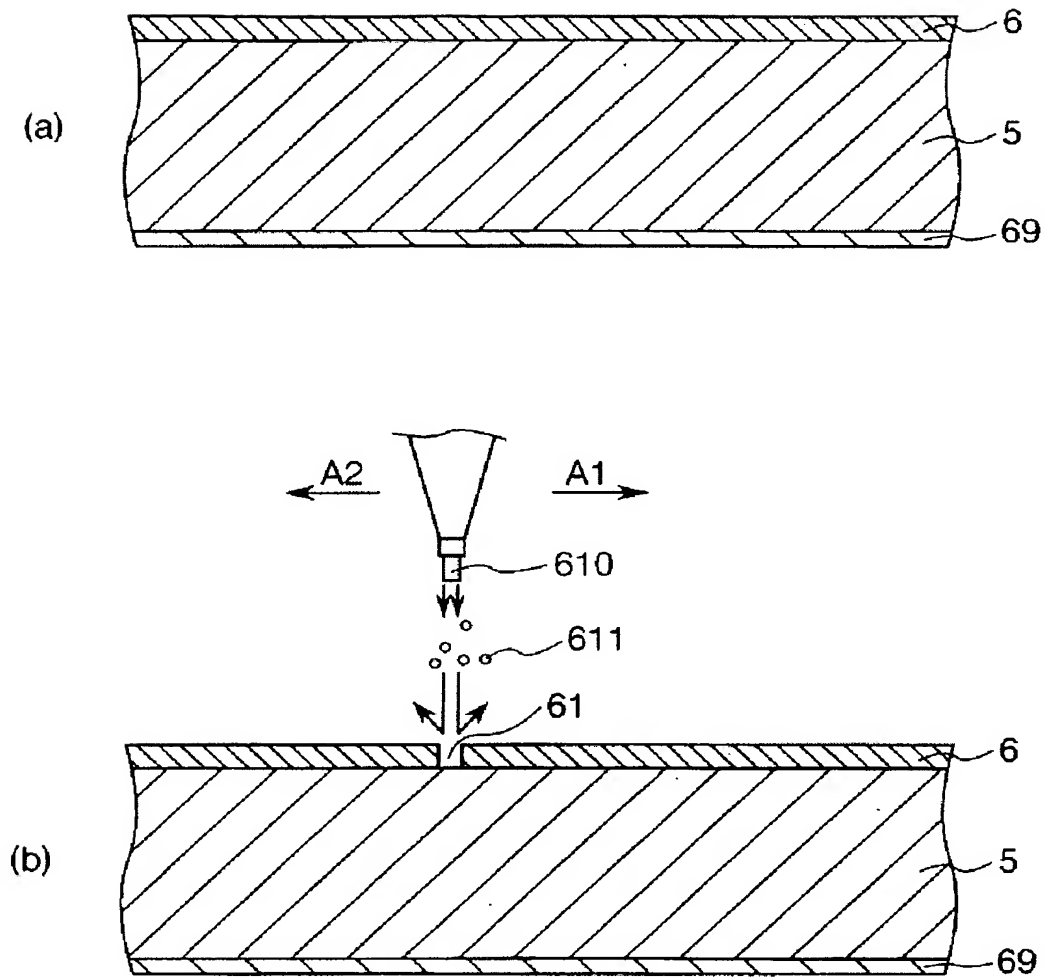
【図 2】



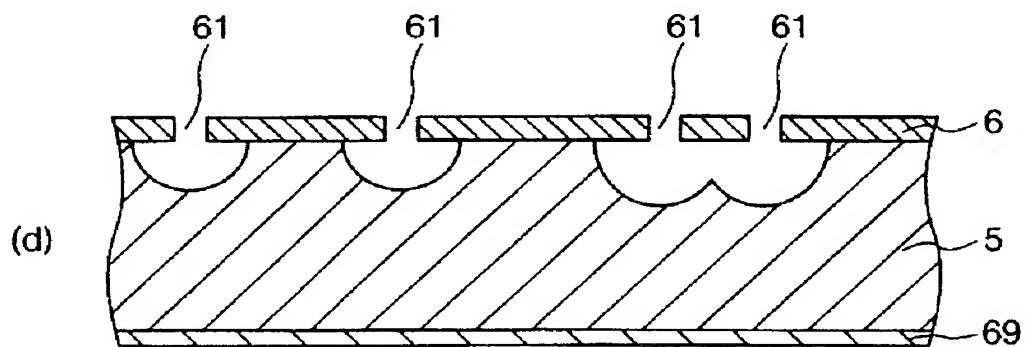
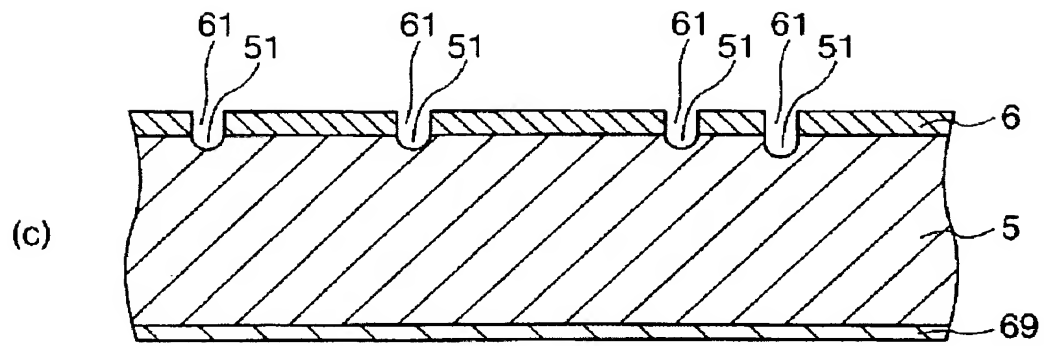
【図 3】



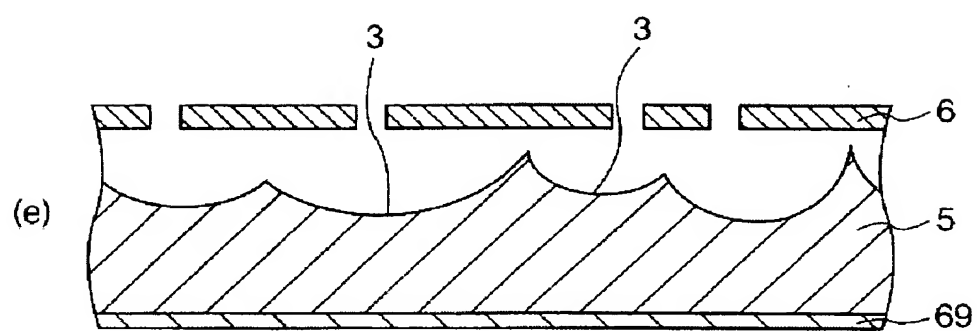
【図 4】



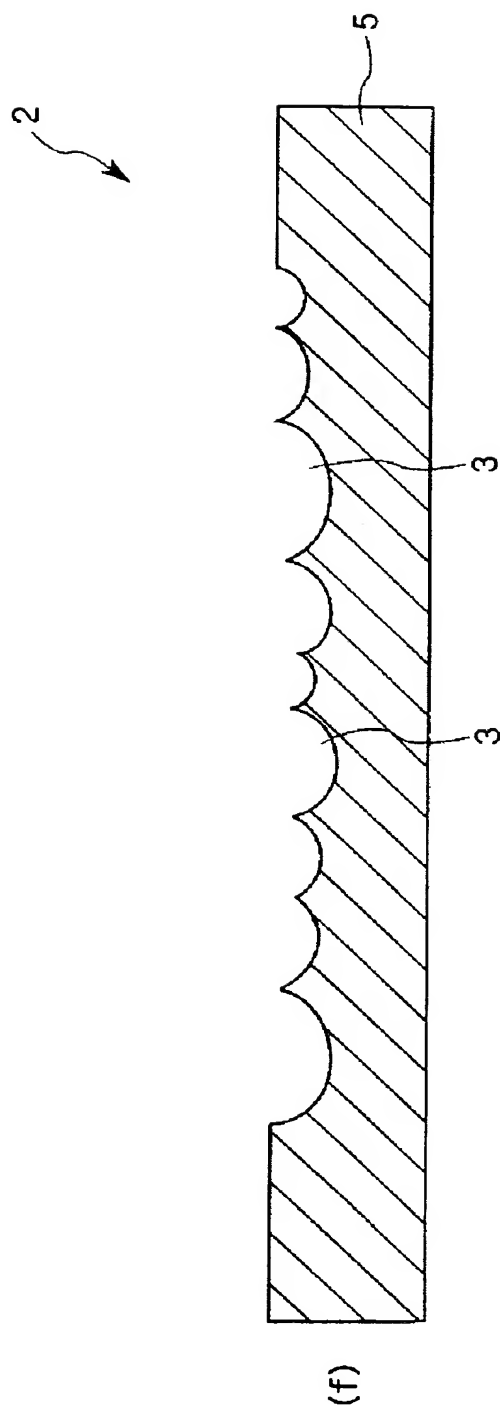
【図 5】



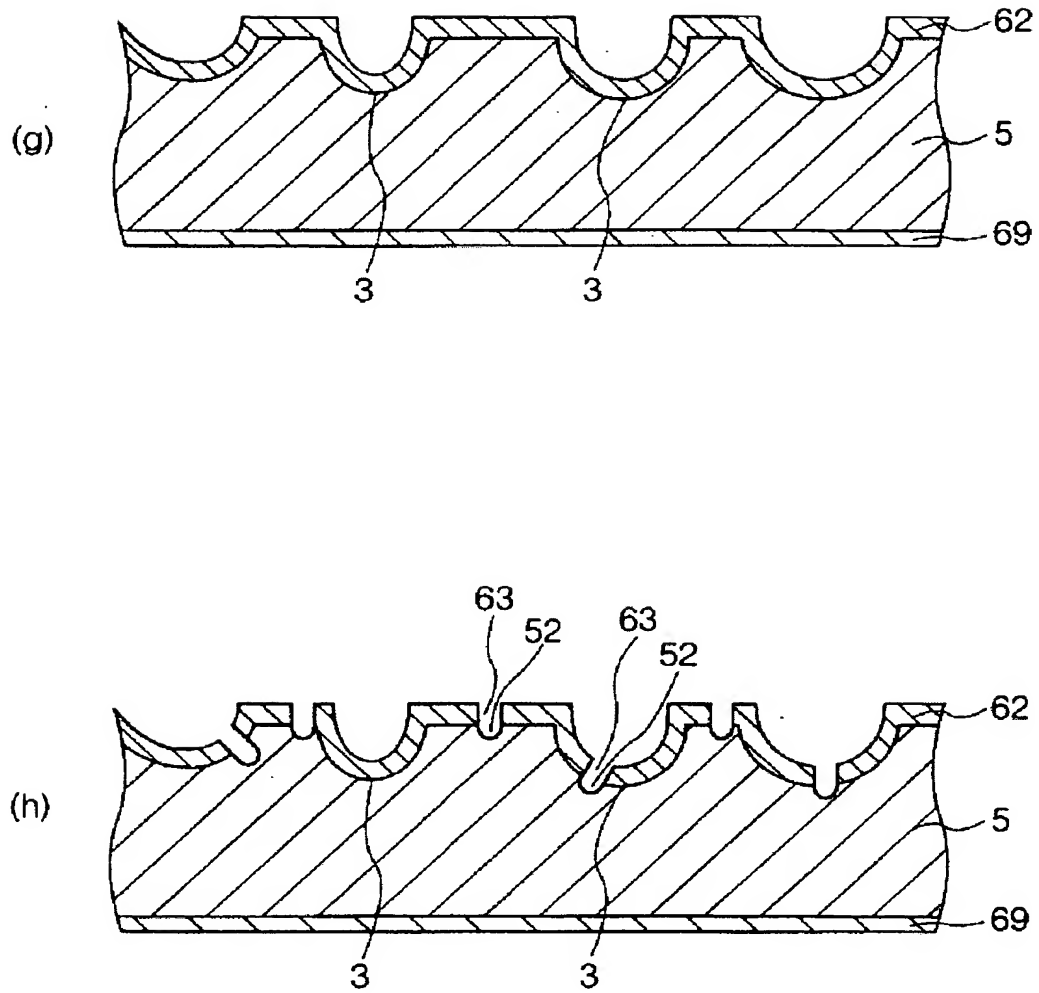
【図 6】



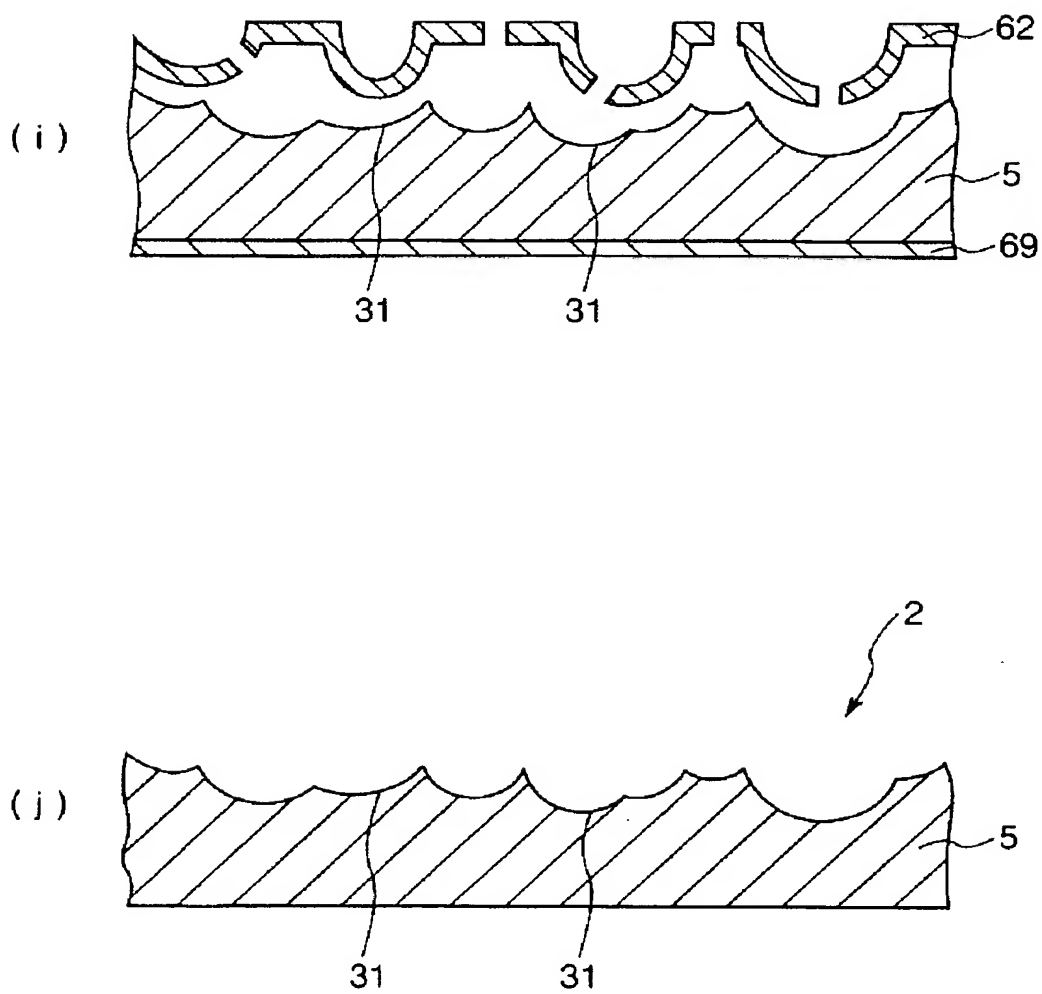
【図 7】



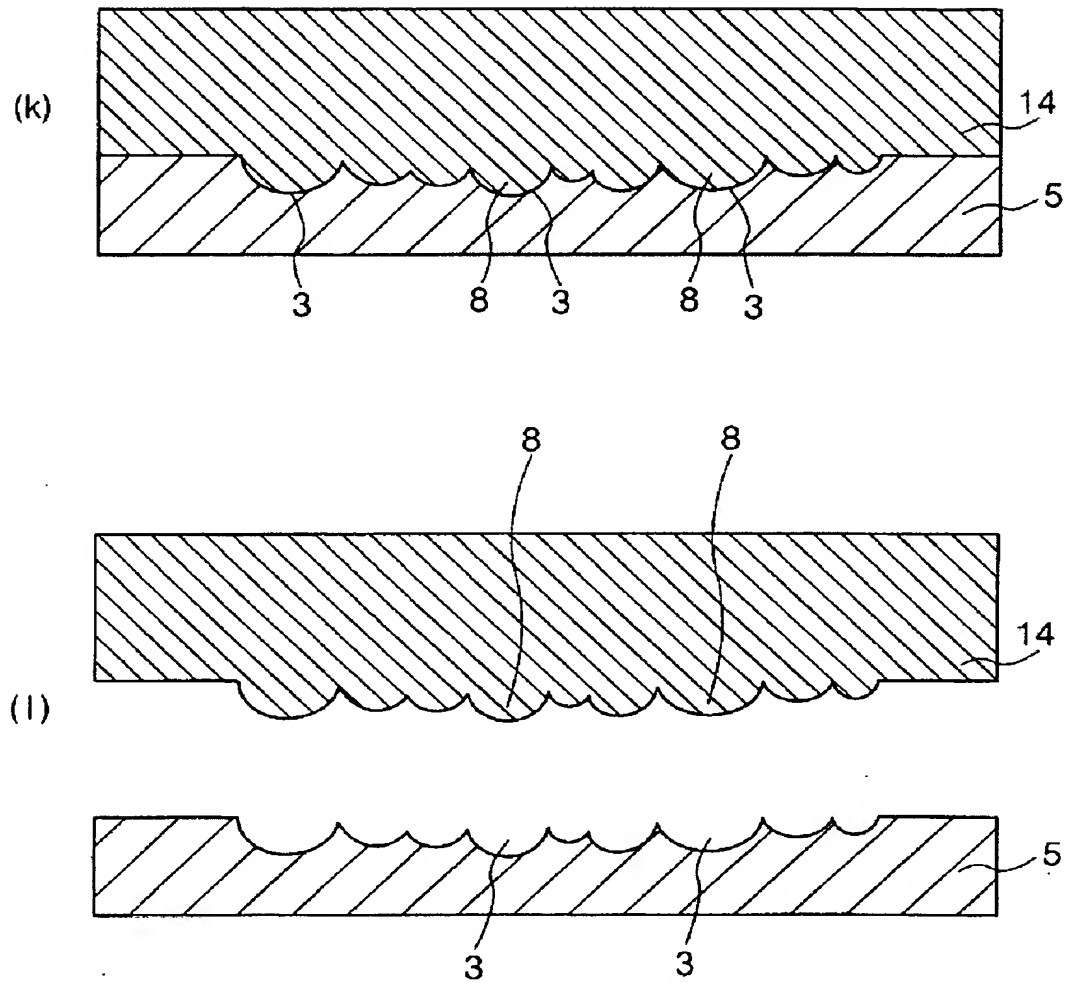
【図 8】



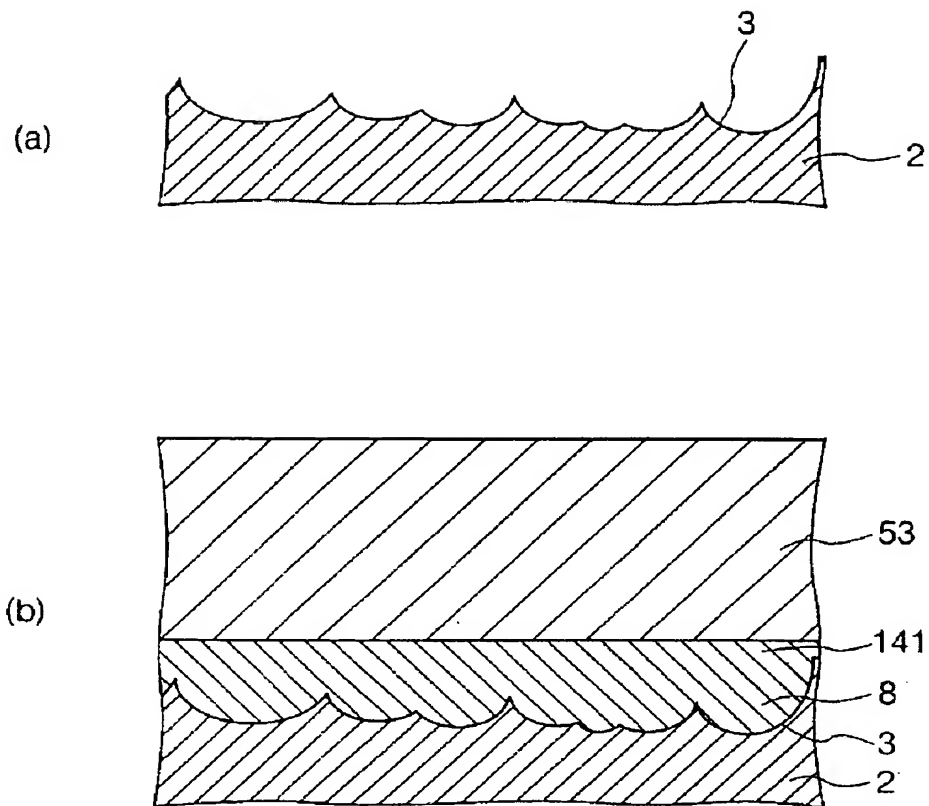
【図 9】



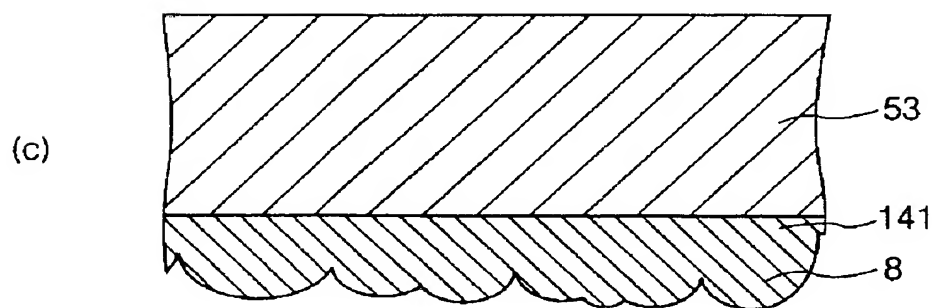
【図 10】



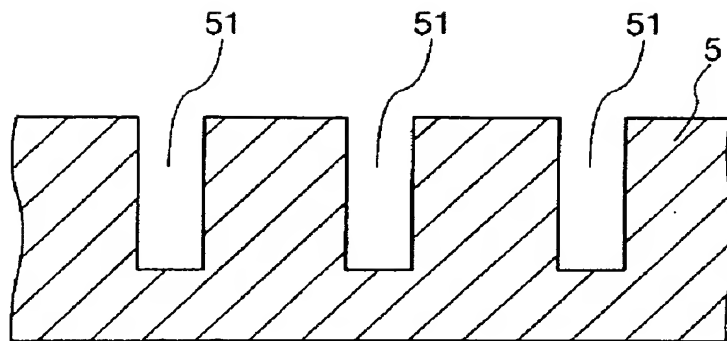
【図 11】



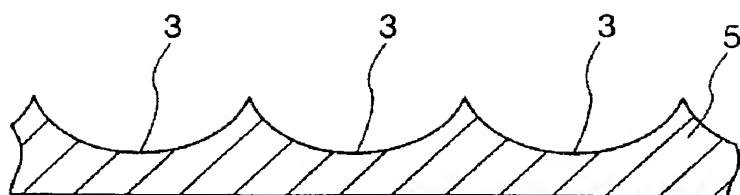
【図 12】



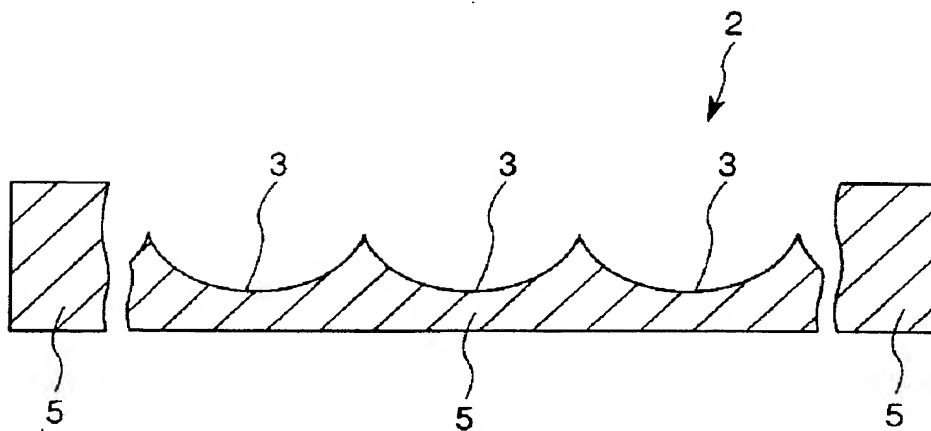
【図 13】



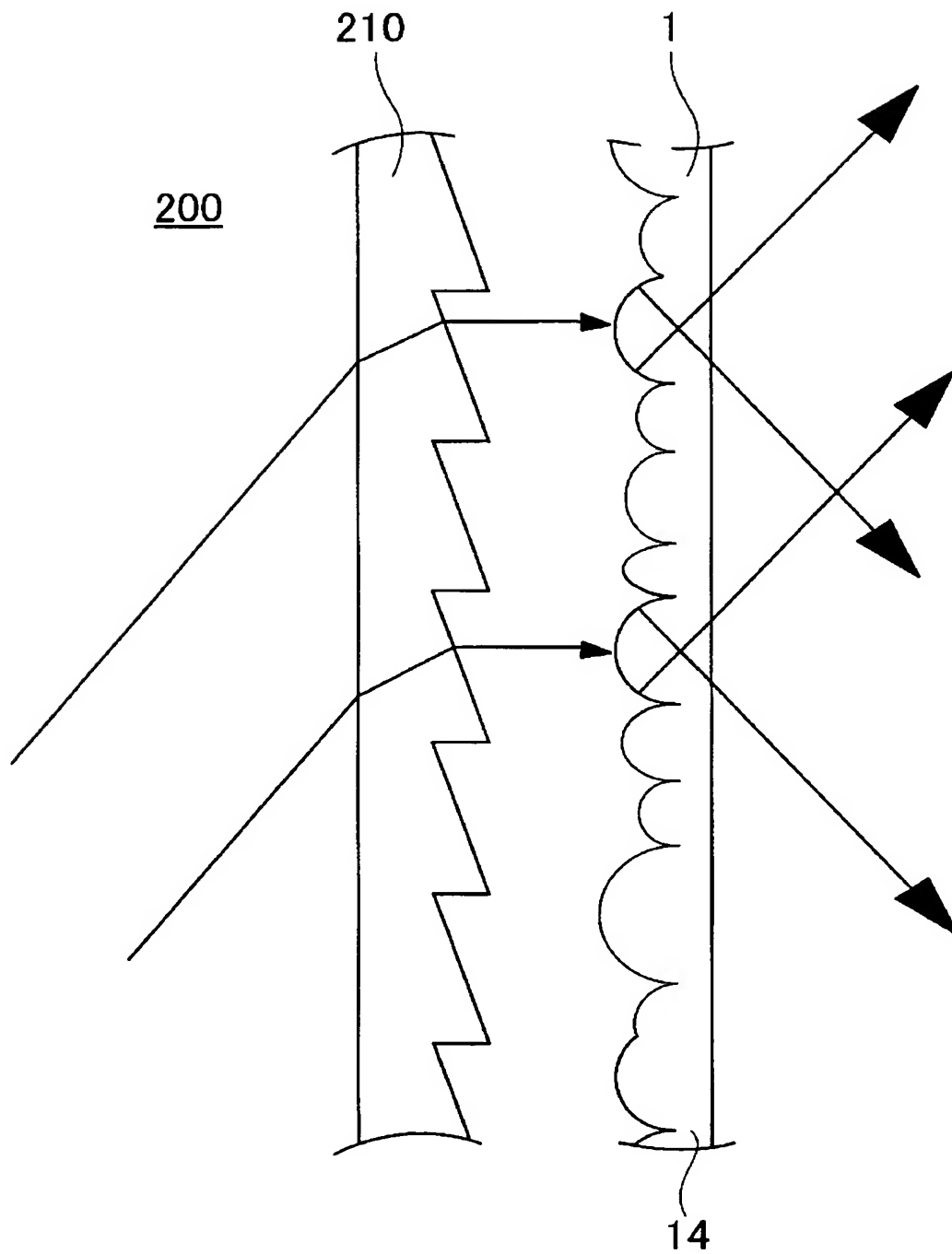
【図 14】



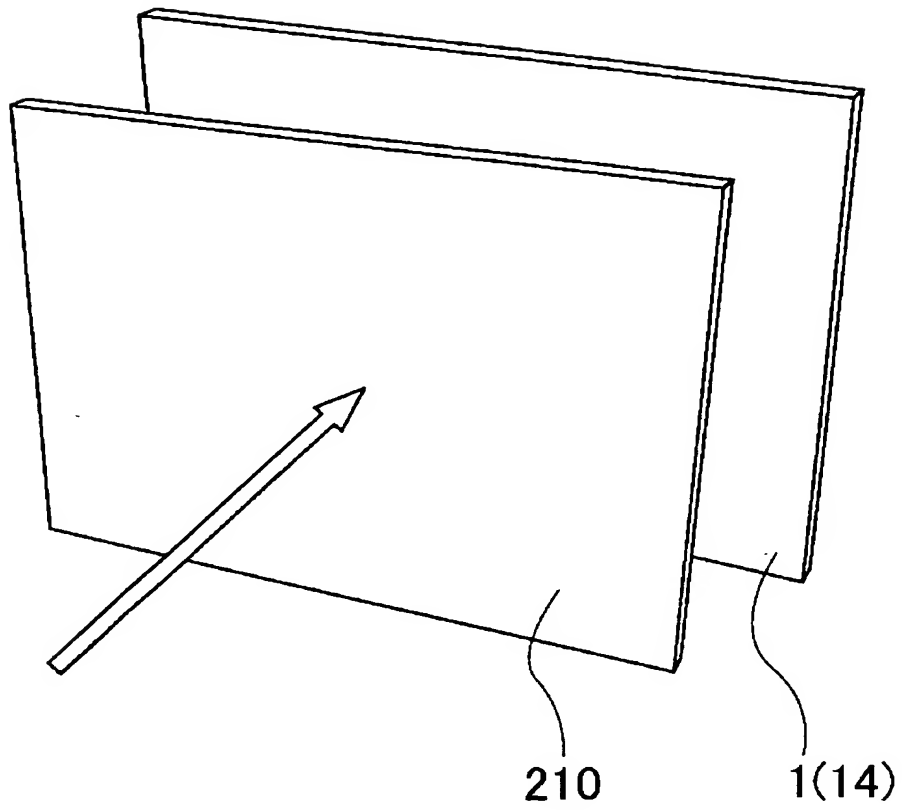
【図 15】



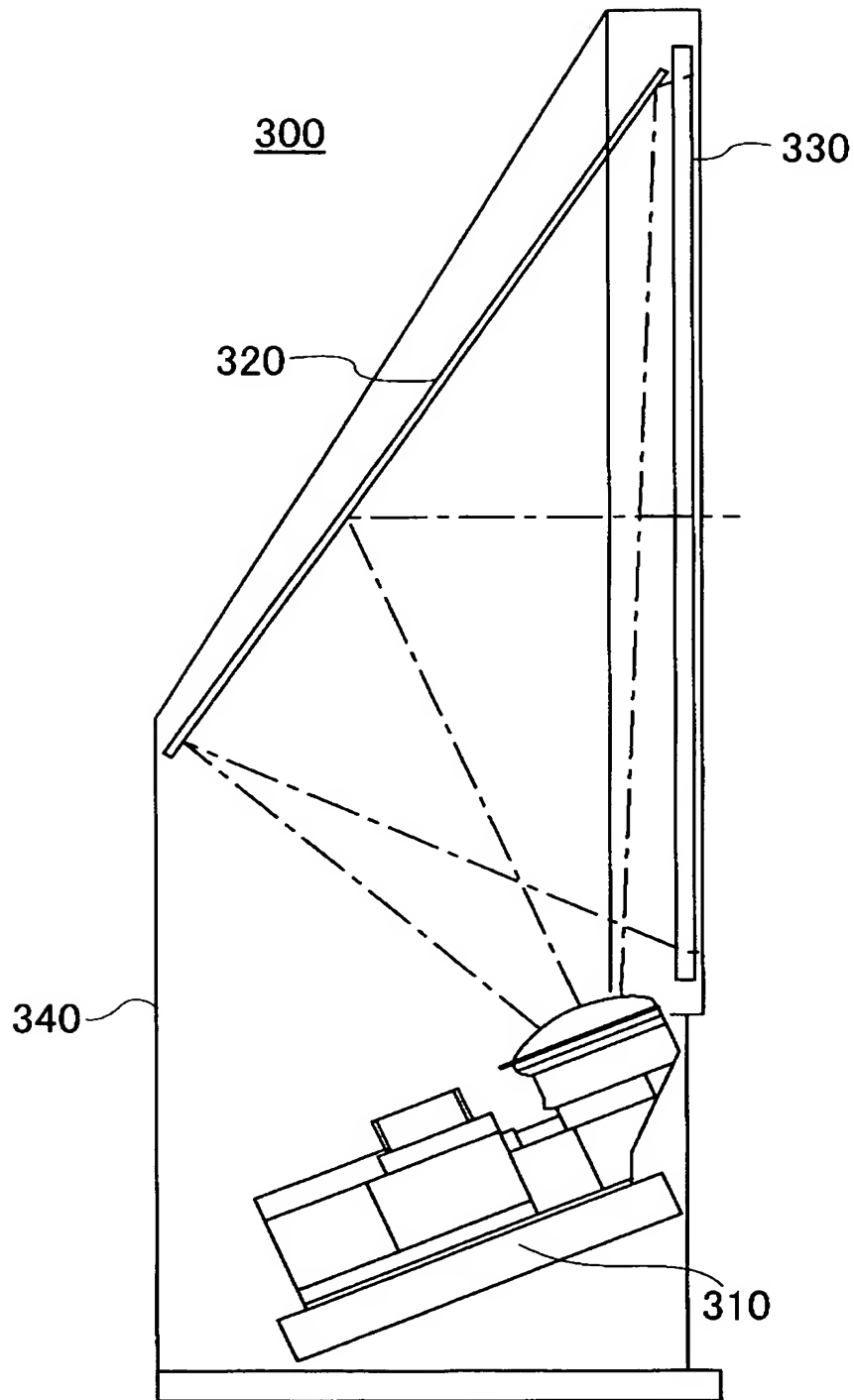
【図 16】



【図 17】



【図 18】



【書類名】 要約書

【要約】

【課題】 光の干渉によるモアレの発生を効果的に抑制することができるマイクロレンズ基板、透過型スクリーン、リア型プロジェクタを提供すること、また、前記マイクロレンズ基板の製造に好適に用いることが可能な凹部付き基板を提供することにある。

【解決手段】 まず、基板 5 の表面に、複数個のマイクロレンズがランダムに配されたマイクロレンズ用凹部付き基板を、エッチングにより製造する。このマイクロレンズ用凹部付き基板の凹部 3 が形成された面に、未重合の樹脂を付与する。この樹脂が重合、硬化（固化）し、さらに、マイクロレンズ用凹部付き基板を取り外すことにより、樹脂層 1 4 が形成される。また、これにより、樹脂層 1 4 に、凹部 3 に対応した凸レンズとして機能するマイクロレンズ 8 が形成される。

【選択図】 図 1 0

認定・付加情報

特許出願の番号	特願 2 0 0 3 - 1 1 0 4 4 8
受付番号	5 0 3 0 0 6 2 2 7 7 2
書類名	特許願
担当官	第一担当上席 0 0 9 0
作成日	平成 1 5 年 4 月 1 6 日

< 認定情報・付加情報 >

【提出日】	平成15年 4月15日
-------	-------------

次頁無



特願 2 0 0 3 - 1 1 0 4 4 8

出 願 人 履 歴 情 報

識別番号

[0 0 0 0 0 2 3 6 9]

1. 変更年月日

1 9 9 0 年 8 月 2 0 日

[変更理由]

新規登録

住 所

東京都新宿区西新宿 2 丁目 4 番 1 号

氏 名

セイコーエプソン株式会社